ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 NOVEMBRE 1923.

PRÉSIDENCE DE M. ALBIN HALLER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BIOGRAPHIE SCIENTIFIQUE. — *Sur un projet de Biographie nationale française.* Note de M. G. BIGOURDAN.

Il ne paraît pas nécessaire de démontrer *a priori* l'utilité, sinon la nécessité des Biographies générales, et en particulier d'une *Biographie nationale française;* d'ailleurs les exemples que nous allons citer, d'œuvres de ce genre, suffiront à donner cette démonstration ; même elle se trouve appuyée par les circonstances actuelles, postérieures aux grandes collections mentionnées plus loin. Aussi, pour ce qui concerne le projet considéré, nous pouvons nous borner à établir sa possibilité d'exécution, malgré les difficultés matérielles de l'heure présente.

Il existe, dans diverses langues, des Biographies générales très importantes, et, pour la langue française en particulier, celles de Michaud (1) et de Didot (2) se placent aux premiers rangs. Mais, par la nature même des choses, des noms nouveaux et très nombreux viennent s'ajouter indéfiniment aux recueils de ce genre, et les porter à un nombre énorme de volumes. Comme ils vieillissent rapidement, on les a complétés par

---

(1) *Biographie Universelle, ancienne et moderne*, Paris, Michaud frères, 1811-1828; 52 vol. in-8°, plus la *partie mythologique* (t. 53-55), 1832-1833; plus le *Supplément* (t. 56-85), 1834-1862 [1re édition]; — [2e édition] 45 vol. in-4°, 1843...; le volume 20 (1858) est le dernier qui soit daté.

(2) *Nouvelle Biographie générale*, avec les renseignements bibliographiques et l'indication des sources à consulter; publiée... sous la direction de M. le Dr Hoefer, Paris, Didot, 1857-1866; 46 vol. in-8°.

d'autres publications de formes diverses (Dictionnaires, Nécrologes, etc.) consacrées surtout aux contemporains, ou encore à des catégories particulières de personnes (académiciens, marins, musiciens, peintres, etc.).

Malgré cela divers pays se sont créé des Biographies *nationales*, qui ont puissamment contribué à étendre au loin leur influence intellectuelle. Il est vrai que ces recueils, bornés à un seul pays, sont sujets aux mêmes inconvénients; mais c'est à un degré nécessairement beaucoup moindre, et ils ont l'avantage de comporter des biographies plus documentées, que l'on peut considérer le plus souvent comme définitives, ce qui n'a pas lieu généralement pour celles des Biographies générales.

Les Biographies nationales aujourd'hui existantes comptent elles-mêmes de nombreux volumes; parmi les plus récentes on peut citer celles d'Allemagne ([1]), d'Angleterre ([2]), d'Autriche ([3]), de Belgique ([4]), de Danemarck, des États-Unis, de Hollande, de Suède, etc.

En France il n'existe encore rien de ce genre, mais les éléments pour le créer sont fort nombreux; ainsi il n'est peut-être pas une seule des anciennes provinces qui n'ait sa Biographie propre; et parmi elles il en est de fort importantes; beaucoup de départements sont dans le même cas, et même certains arrondissements, certaines villes, qui ne sont pas des plus étendus.

Les documents sont donc très nombreux, mais ils sont tellement dispersés que leur accès est souvent des plus difficiles. Une Biographie nationale française, mettant à la portée de tous ces données éparses, rendrait donc de grands services. Aussi l'entreprise d'une telle œuvre a-t-elle été déjà recommandée : en cela il suffira de citer le nom de L. Delisle, qui l'a prônée chaudement.

Vers 1910, trois savants autorisés, MM. L. Didier, A. Isnard et E.-G. Ledos, l'avaient commencée, avec le concours d'une sérieuse maison

---

([1]) *Dictionary of National Biography* edited by Leslie Stephen. London, 1885-1900, 63 vol. in-8°. — Supplément, vol. 1-3, 1901. — Index and Epitome, 1 vol., 1903. — Second supplément, 1 vol. 1-3, 1912. — Second supplément, Index and Epitome, 1 vol. 1913. — Errata, 1 vol., 1904. Cet Ouvrage avait été précédé d'autres Biographies nationales anglaises.

([2]) *Allgemeine Deutsche Biographie.* Leipzig, 1875-1900, 45 vol. in-8°. Nachträge bis 1899, vol. 45-55, 1900-1910. — Vol. 56, General Register, 1912.

([3]) C. Wurzbach, *Biographisches Lexikon* des Kaiserthums Oesterreich. Vienne, 1856-1889, 58 vol. in-8° (comprend seulement la période 1750-1850).

([4]) *Biographie nationale* publiée par l'Académie royale..... de Belgique, 1866-1922, 23 vol., in-8°. Le 23e volume est en cours de publication ; son premier fascicule va jusqu'à *Spor.*

d'édition; mais rien n'a été publié; toutefois cela démontre que l'œuvre a paru viable par ses seuls moyens.

Aujourd'hui un tel travail, qui touche de très près à la documentation scientifique, s'impose plus que jamais, car la concurrence est des plus vives. Or, entre ses innombrables avantages, cette Biographie nationale aurait celui de restituer à des Français leurs inventions, leurs découvertes, dont souvent ils sont dépouillés.

L'œuvre entière comporterait un nombre considérable de volumes, au moins telle qu'elle a été conçue jusqu'ici; mais on pourrait la réaliser en deux étapes, dont la première, de petite étendue relative, se suffirait à elle-même, tout en préparant la seconde; celle-ci pourra être réalisée, en quelque sorte, à loisir.

La première étape serait la formation d'une *Liste* des noms de tous les personnages susceptibles de figurer dans la Biographie française; chaque nom y serait accompagné de données très sommaires, mais permettant une bonne identification (prénoms, lieux et dates de naissance et de décès, profession ou fonction principale, etc.) avec l'indication des *Notices* imprimées ou manuscrites relatives à chacun.

Une telle Liste, avec ces indications bibliographiques, suffirait si souvent qu'on se demande si elle ne rendrait pas en grande partie inutile la Biographie *in extenso*. Or nous avons quelques données sur l'étendue probable d'une telle Liste : une œuvre analogue ([1]), publiée au milieu du dernier siècle, forme 2 volumes in-4° d'importance moyenne, et mentionne environ 50000 notices.

Comme elle est relative à la Biographie *universelle*, la partie française n'y occupe qu'une place relativement restreinte. Par contre, l'auteur indique seulement les monographies et les tirés à part, laissant de côté une des sources les plus abondantes, les *Revues* et les *Mémoires* des Académies.

Une autre donnée nous est fournie par l'entreprise commencée vers 1910 : elle fit un relevé des noms commençant par la lettre A, et leur nombre est d'environ 10000. L'œuvre totale pourrait donc renfermer 150000 à 200000 noms; mais, avec des abréviations faciles, chacun n'y occuperait généralement qu'une ou deux lignes; et la Liste entière n'excéderait pas 2 ou 3 volumes.

([1]) E.-M. OETTINGER, *Bibliographie biographique universelle*. Dictionnaire des Ouvrages relatifs à l'histoire de la vie publique et privée des personnages célèbres de tous les temps et de toutes les nations, depuis le commencement du Monde jusqu'à nos jours; .... Bruxelles, 1854, 2 vol. in 4°.

L'impression de cette Liste serait donc relativement facile, et l'établissement du manuscrit demanderait le principal de l'effort. Toutefois, dans la majeure partie, le travail pourrait être organisé systématiquement; il serait surtout matériel et pourrait être fait par des collaborateurs sans connaissances spéciales, sous une direction unique, assurant l'uniformité et la continuité. Pour orienter dans la recherche des ressources nécessaires, je rappellerai seulement que certaines des œuvres citées plus haut ont été entreprises par les Académies de Bavière, de Belgique, etc.

MÉCANIQUE. — *Sur les accouplements élastiques*. Note de M. **Lecornu**.

Dans un groupe électrogène où le moteur actionne la dynamo par l'intermédiaire d'un arbre rigide, la dynamo peut être regardée comme jouant le rôle de volant. Mais parfois la transmission se compose de deux demi-arbres réunis par un accouplement élastique, et, dans ces conditions, la théorie classique du volant n'est plus valable. Pour analyser en pareil cas les effets de l'inertie des parties tournantes, on peut procéder de la façon suivante :

Soient A le moment d'inertie de la partie comprenant le moteur et B celui de la partie comprenant la dynamo. Supposons l'état de régime établi, et désignons par θ et φ les rotations effectuées, au temps t, par chacune de ces parties. L'accouplement éprouve la torsion $\psi = \theta - \varphi$ à laquelle correspond un couple $k\psi$, k étant un facteur constant. Soient, d'autre part, M le couple moteur, qui est une fonction périodique du temps et N le couple résistant, regardé comme sensiblement constant dans cet état de régime. On a les deux équations :

$$(1) \qquad A\frac{d^2\theta}{dt^2} = M - k\psi, \qquad B\frac{d^2\varphi}{dt^2} = k\psi - N$$

qui entraînent celle-ci :

$$(2) \qquad AB\frac{d^2\psi}{dt^2} + k(A+B)\psi = MB + NA.$$

Remplaçons M par la somme d'un terme constant et d'une suite de termes de la forme $p\sin(nt+\alpha)$ où p, n, α sont des constantes. A chacun de ces termes périodiques correspond, pour ψ, un terme

$$\frac{Bp}{k(A+B) - n^2AB}\sin(nt+\alpha).$$

On devrait ajouter les termes provenant de l'intégrale générale de l'équation (2) avec le second membre; mais ils représentent des vibrations non entretenues que l'amortissement propre du ressort fait, on le sait, rapidement disparaître.

Ayant ainsi ψ, on en déduit les valeurs de θ et φ, qui, abstraction faite de fonctions linéaires du temps, sont :

$$(3) \qquad \theta = - \sum \frac{p}{n^2} \frac{k - n^2 B}{k(A+B) - n^2 AB} \sin(nt + \alpha),$$

$$(4) \qquad \varphi = - k \sum \frac{p}{n^2} \frac{1}{k(A+B) - n^2 AB} \sin(nt + \alpha).$$

On cherche naturellement à rendre aussi uniforme que possible la rotation φ de la dynamo. Si l'accouplement était rigide, k deviendrait infini, et l'on aurait

$$\varphi = - \sum \frac{p}{n^2} \frac{1}{A+B} \sin(nt + \alpha).$$

Le coefficient de $\sin(nt + \alpha)$ se trouve donc, du fait de l'élasticité de l'accouplement, multiplié par le facteur $\frac{k(A+B)}{k(A+B) - n^2 AB}$.

D'après cela, tant que k demeure supérieur à $\frac{n^2 AB}{A+B}$, cette élasticité augmente la perturbation due aux variations de $\sin(nt + \alpha)$. Pour les valeurs de k voisines de $\frac{n^2 AB}{A+B}$ apparaît le phénomène de résonance : le mouvement de la dynamo devient absolument irrégulier.

A ce moment, le calcul précédent cesse d'être légitime : car le moment résistant d'une dynamo ne peut être regardé comme sensiblement constant que si les écarts de vitesse demeurent très faibles.

Si k continue à décroître, le facteur dont il s'agit change de signe; mais sa valeur absolue importe seule. Elle reste supérieure à l'unité jusqu'à ce que k devienne inférieur à $\frac{n^2 AB}{2(A+B)}$, puis elle tend indéfiniment vers zéro.

Cette discussion montre qu'il est impossible de décider, d'une façon générale, si l'élasticité de l'accouplement est ou non favorable à la régularité de la marche de la dynamo. C'est une question d'espèce, dépendant à la fois du coefficient k, des moments d'inertie A et B et de la loi de décroissance des coefficients de la série qui représente les variations du moment moteur. Cette loi, dans le cas par exemple d'un moteur à explosion 1, est nécessairement fort compliquée. On doit, en tout cas, redouter les phénomènes de résonance. Ajoutons que n varie proportionnellement à la vitesse

de régime, de sorte que ce qui est vrai pour une allure donnée peut cesser de l'être pour une autre.

En ce qui concerne la fatigue et le danger de rupture de l'arbre, c'est le couple $k\psi$ qu'il faut calculer. Le terme général de la série représentant les variations de ce couple est

$$(5)\qquad \frac{kBp}{k(A+B)-n^2AB}\sin(nt+\alpha).$$

La discussion est analogue, avec cette différence que la fatigue n'est diminuée que pour les termes rendant k inférieur à $\frac{n^2AB}{A+2B}$.

On peut également se poser à ce sujet la question suivante : étant donné le moment d'inertie total $C = A + B$, quel est le rapport $\frac{B}{A}$ qui procure le minimum de fatigue? Ici, la réponse est bien nette. L'inverse du coefficient de $p\sin(nt+\alpha)$ est $\frac{C}{B}-\frac{Cn^2}{k}+\frac{Bn^2}{k}$. Cette expression présente un minimum pour $B=\frac{\sqrt{kC}}{n}$ et augmente indéfiniment quand B, à partir de cette valeur, tend vers zéro ou vers l'infini. Comme B ne peut dépasser C, il y a toujours avantage à réduire $\frac{B}{A}$ dans toute la mesure possible, et, si l'on juge utile de mettre un volant additionnel, on doit pour la même raison, le placer, par rapport à l'accouplement, du même côté que le moteur.

Enfin, au point de vue de la marche du moteur lui-même, il faut envisager les variations de θ. La flexibilité de l'accouplement multiplie alors par $\frac{A+B}{A+\frac{kB}{k-Bn^2}}$ le coefficient de $\sin(nt+\alpha)$. Elle apparaît donc comme avantageuse tant que k surpasse Bn^2 et désavantageuse dans le cas contraire.

Comparons, au point de vue du calcul du volant la théorie classique avec les résultats trouvés ici. A cet effet, supposons d'abord qu'il y ait dans M un seul terme variable, que nous représenterons pour simplifier, par $p\sin nt$, en négligeant la phase α qui ne joue alors aucun rôle :

Si l'accouplement est rigide, on a $\theta = \varphi$, d'où

$$C\frac{d^2\varphi}{dt^2}=M-N,$$

ou bien, en laissant de côté la partie constante de $M - N$, qui est nulle dans l'état de régime, et remplaçant $\frac{d\varphi}{dt}$ par ω :

$$C\frac{d\omega}{dt}=p\sin nt,\qquad C\omega=-\frac{p}{n}\sin nt+\text{const}.$$

La vitesse atteint son minimum ω_1 et son minimum ω_2 pour $\sin nt = 0$, et l'on a

$$C(\omega_2 - \omega_1) = \frac{2p}{n}.$$

Posons, en appelant ϖ la vitesse moyenne et r le coefficient de régularité :

$$\omega_2 - \omega_1 = \frac{\varpi}{r}.$$

Il vient ainsi

$$C = \frac{2pr}{n\varpi}.$$

Le travail $\mathfrak{E}$ des forces, dans le passage de ω_1 à ω_2 est

$$p\int_0^{\frac{\pi}{n}} \sin nt.\varpi\, dt = \frac{2p}{n}\varpi.$$

Donc

$$C = \frac{r\mathfrak{E}}{\varpi^2}.$$

Cette formule s'étend sans modification au cas général où M comprend une suite quelconque de termes périodiques et l'on retrouve ainsi l'expression connue, déduite habituellement du théorème des forces vives.

Passons au cas de l'accouplement élastique. La formule (3) conduit à la suivante :

$$\omega = -\frac{p}{n}\,\frac{k - n^2 B}{k(A+B) - n^2 AB}\cos nt,$$

d'où, par un calcul analogue,

$$\frac{k(A+B) - n^2 AB}{k - n^2 B} = \frac{r\mathfrak{E}}{\varpi^2},$$

ce qu'on peut écrire

(6) $$A + \frac{k}{k - n^2 B} B = \frac{r\mathfrak{E}}{\varpi^2},$$

B se trouve ici multiplié par un facteur dépendant de n, ce qui empêche d'étendre le résultat au cas où M renferme plusieurs sinus.

Lorsque A et B sont liés par la condition (6), le minimum de $C = A + B$ s'obtient en égalant les dérivées partielles du premier membre par rapport à A et B, ce qui donne

$$\frac{k(k - 2n^2 B)}{(k - n^2 B)^2} = 1,$$

d'où B = o. Il y a donc, quelle que soit la fréquence, avantage à augmenter autant que possible A en réduisant B, c'est-à-dire à placer le volant du côté du moteur : l'étude du couple de torsion nous a déjà conduits à cette conclusion.

J'ai raisonné comme si l'arbre de transmission était, de part et d'autre de l'accouplement, absolument rigide. En réalité, cet arbre éprouve lui-même une torsion dont il convient d'examiner les effets. Ce sera l'objet d'une autre Note.

THERMOCHIMIE. — *A propos du principe d'une méthode générale pour déterminer la capacité calorifique des solides et des liquides et de son application à la détermination de la valeur en eau des bombes calorimétriques.* Note [1] de MM. **Charles Moureu**, **Charles Dufraisse** et **Philippe Landrieu.**

Nous avons indiqué précédemment [2] le principe d'une méthode générale pour déterminer la capacité calorifique des solides et des liquides et, en particulier, pour déterminer la valeur en eau des bombes calorimétriques.

Nous pensions alors que ladite méthode était nouvelle. Mais peu après paraissait au *Bulletin de la Société chimique de France* un mémoire [3] dont la lecture nous a mis sur la voie d'une antériorité qui nous avait échappé.

Une méthode analogue à la nôtre aurait en effet été employée, il y a plus de cinquante ans, par Pfaundler, pour déterminer la capacité calorique des liquides, et elle aurait été plus tard reprise et modifiée par Swietoslawski.

C'est donc sans avoir eu connaissance des mémoires de Pfaundler et de Swietoslawski que nous fîmes notre Communication. Ces mémoires avaient d'ailleurs paru dans des publications peu répandues et qu'il est assez difficile de se procurer : ceux de Pfaundler dans les *Comptes rendus de l'Académie* de Vienne (années 1869 et 1891), et celui de Swietoslawski dans le *Bulletin de l'Académie des Sciences* de Cracovie (année 1909, p. 548). A l'heure actuelle nous avons ces mémoires entre les mains, et nous devons reconnaître que si la technique employée par ces deux savants diffère sur plusieurs points de la nôtre (en particulier ni l'un ni l'autre n'ont nettement utilisé

---

(1) Séance du 12 novembre 1923.

(2) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 1513.

(3) Blaszkowska, *Sur la chaleur spécifique des mélanges de solutions aqueuses de chlorure de sodium et de sucre de canne* (*Bull. Soc. ch.*, t. 23, 1923, p. 562).

leur dispositif comme un appareil de zéro), néanmoins leur antériorité est indiscutable.

Comme la méthode des deux calorimètres est susceptible, quand elle est judicieusement mise en œuvre, d'apporter une haute précision aux mesures calorimétriques, nous continuerons à l'employer et à la perfectionner. Mais, pour rendre justice à celui qui le premier en a posé le principe, nous la désignerons désormais sous le nom de « méthode de Pfaundler ».

CHIMIE MINÉRALE. — *Le transport du cuivre à l'état gazeux et le cuivre-carbonyle.* Note [1] de M. **Gabriel Bertrand.**

M. Zelinsky vient de faire connaître à l'Académie [2] un exemple curieux de pseudomorphose qu'il explique en admettant la volatilité de l'oxyde de cuivre. A la température de 400° à 500° à laquelle il opère, l'oxyde pénétrerait à l'état de vapeur dans les couches superficielles du corps de l'insecte; il serait alors réduit par la matière combustible avec dépôt de métal.

Il ne semble pas que ce soit là l'explication véritable du phénomène. Dans les conditions de température et de durée de l'expérience, la proportion d'oxyde de cuivre qui peut être volatilisée, avec ou sans décomposition préalable, est si minime qu'elle échappe à toute mesure; la quantité de métal substituée à la matière organique est, au contraire, très appréciable : elle atteint, dans le cas décrit avec détail par M. Zelinsky, près de 49 pour 100 de l'insecte métallisé.

Je crois plutôt qu'il faut expliquer le transport du cuivre de son oxyde solide à la surface du corps de l'insecte par la formation d'un gaz très éphémère, le cuivre-carbonyle.

En étudiant les méthodes de recherche et de dosage du cuivre dans l'organisme des plantes et des animaux, j'ai été conduit, d'une part, à soupçonner des pertes de métal pendant la calcination des organes, d'autre part, à constater des apports quand l'opération était effectuée à l'aide de brûleurs en cuivre ou en laiton. De tels apports avaient lieu même lorsque la capsule où l'on préparait les cendres était protégée du contact direct de la flamme. C'est ainsi qu'au cours d'expériences comparatives, j'ai trouvé

---

(1) Séance du 12 novembre 1922.

(2) Cf. page 1041.

des quantités de cuivre en me servant d'un four à moufle chauffé au gaz, avec brûleurs en laiton, que je ne trouvais pas lorsque j'employais un four à moufle chauffé au charbon de bois. Ce n'était pas seulement sous la forme de poussières ou de vapeurs salines (chlorure de cuivre, notamment) qu'avaient lieu ou pouvaient avoir lieu les pertes ou les apports de cuivre, c'était, m'apparaissait-il en examinant les conditions des expériences, plutôt ou plus régulièrement par suite de la formation d'un composé cuprifère très volatil. Les expériences suivantes montrent qu'un tel composé existe réellement et qu'il s'apparente au nickel-carbonyle.

On chauffe dans un tube de verre, à des températures croissantes jusqu'à celle du rouge, du cuivre et de l'oxyde de cuivre dans des courants de gaz divers. Ce chauffage ne donne lieu, ni dans l'oxygène, ni dans l'hydrogène, ni dans l'anhydride carbonique, à aucun transport appréciable de métal, même après plusieurs heures. La réduction, très facile comme l'on sait, de l'oxyde de cuivre par l'hydrogène est la seule transformation qu'on observe. Mais il n'en est pas de même si l'on opère dans un courant d'oxyde de carbone : il y a production d'un composé volatil, extrêmement dissociable avec dépôt de cuivre. L'expérience est particulièrement facile à réaliser en plaçant dans un tube de verre, isolées par des tampons d'amiante et séparées par un espace vide, une colonne de charbon de bois concassé en petits fragments et une colonne d'oxyde de cuivre, en grains ou en poudre. On pose le tube ainsi garni sur une grille à combustion et l'on fait passer un courant d'anhydride carbonique. Tant que l'on chauffe seulement la colonne d'oxyde de cuivre, il n'y a aucun phénomène visible; mais si l'on vient à porter en même temps la colonne de charbon à la température du rouge, l'anhydride carbonique est transformé en oxyde de carbone et celui-ci réagit sur la seconde colonne. Or, non seulement il la réduit, mais il donne simultanément naissance à un composé volatil qui, se dissociant au contact de la paroi chaude du tube, la recouvre d'un bel enduit, rouge et miroitant, de cuivre métallique.

Dans l'expérience de M. Zelinsky, il ne paraît pas douteux que les choses se passent d'une manière analogue. Sous l'influence d'une température croissante, le corps de l'insecte dégage des substances volatiles combustibles, puis se transforme en coke. Il se forme donc, au voisinage immédiat du corps de l'insecte, une atmosphère d'oxyde de carbone. Celle-ci suffit à produire sur le résidu charbonneux le même dépôt métallique de cuivre que celui laissé contre la paroi du tube dans l'expérience précédente.

En outre de l'intérêt qu'elle présente au point de vue de la chimie géné-

rale, la formation d'un composé volatil cuprifère sous l'influence de l'oxyde de carbone permet de comprendre comment de minimes proportions de métal peuvent être transportées des appareils de chauffage en cuivre aux cendres laissées par des organes et, éventuellement, les pertes que peuvent subir ces derniers lorsqu'on les calcine sans précaution. Dans les recherches précises de cuivre dans l'organisme ou les substances alimentaires, il faut donc éviter l'emploi des brûleurs en cuivre ou en laiton, recourir même, de préférence, à la destruction des tissus par la voie humide.

TÉRATOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles preuves de l'origine dystrophique des scyphies.* Note (¹) de M. **Paul Vuillemin.**

Les feuilles en cornet ou scyphies sont des formations hypotrophiques, c'est-à-dire résultant d'un défaut de développement, à l'inverse des ascidies avec lesquelles elles furent longtemps confondues. Aux divers arguments sur lesquels j'ai fondé cette thèse s'ajoutent de nouvelles preuves tirées de trois observations dont les matériaux ont été découverts par l'œil averti de mon fils Henri, ingénieur aux mines de Courrières.

Le premier cas concerne le tilleul, particulièrement prédisposé à la scyphogénie; l'anomalie a été décelée en août 1922 dans des conditions où la végétation était des plus précaires. Un tronçon de *Tilia silvestris* avait été introduit par mégarde, depuis six mois environ, dans le boisage d'une galerie de mine à 200^{m} de profondeur. L'obscurité totale n'était interrompue que par le passage des ouvriers porteurs de lampes de sûreté de une bougie. La température est de 18°-20°, l'état hygrométrique voisin de 1; $CO^2 = 0,003$.

De ce tronc ont émergé quelques pousses rougeâtres dont la longueur varie de 5^{cm} à 17^{cm}. Les feuilles sont chlorotiques et chétives; les stipules diaphanes atteignent de $0^{m},008$ à $0^{m},013$; le limbe ne dépasse pas $0^{m},015$; il est porté par un pétiole grêle, ayant jusqu'à $0^{m},03$.

Sur une pousse, la première feuille porte une mince languette détachée de la base du limbe; les trois suivantes sont scyphiées.

La forme des scyphies varie depuis celle d'une coupe à bord oblique plus ou moins profondément échancré en avant jusqu'à celle d'un cône dont la hauteur est triple du diamètre de la base. Par exemple un scyphopode

(¹) Séance du 12 novembre 1923.

de $0^m,019$ porte un cône haut de $0^m,009$ dont l'orifice mesure $0^m,003$ de diamètre.

Les deux autres cas concernent des espèces où les scyphies étaient jusqu'alors inconnues, *Aucuba japonica* et *Hedera Helix* cultivés à Malzéville. La scyphogénie y marque un effort intempestif et impuissant de régénération.

Sur un *Aucuba* ombragé par un Pin d'Autriche, une branche avait été taillée au printemps de 1919. Le nœud précédant la section portait deux feuilles inégales; le 15 août, la plus petite est bien verte; la plus grande jaunissante devait tomber cinq jours plus tard. La pousse développée à l'aisselle de cette dernière présente deux cicatrices transversales à la place d'écailles détachées, puis deux écailles médianes noircies. L'ordre décussé ne se poursuit pas au delà de la seconde paire; les appendices sont isolés aux nœuds suivants dans le plan transversal selon l'ordre distique. Le premier s'insère presque au même niveau que les écailles médianes, c'est une arête blanc jaunâtre, de 1^{cm}, qui tomba en même temps que la feuille axillante; le suivant en est distant de $0^m,003$; le dernier arrête la croissance en formant une scyphie. Le 15 août ce n'est encore qu'une étroite languette concave longue de $0^m,020$ prolongeant le bord d'un entonnoir profond de $0^m,003$ porté par un scyphopode long de $0^m,005$. Huit jours plus tard, le scyphopode n'a pas changé; l'entonnoir agrandi a un rebord dorsal de $0^m,027$, un rebord ventral de $0^m,005$.

La scyphie de Lierre fut trouvée le 10 septembre 1923. Sa cupule est large de $0^m,012$, profonde de $0^m,003$; le bord ventral est faiblement échancré; le scyphopode long de $0^m,022$ s'insère au niveau du bourgeon terminal atrophié d'un rameau de $0^m,012$. Ce rameau naît près d'une cicatrice foliaire à $0^m,16$ de l'extrémité piétinée et sèche d'une branche traînante. Un rameau encore plus court part dans des conditions analogues du nœud précédent, distant de $0^m,08$. A la place de la scyphie il porte une feuille dont le limbe déjà coriace mesure seulement $0^m,020$ de long et $0^m,035$ de large. A $0^m,07$ en deçà, on rencontre un nœud stérile, puis, en descendant de $0^m,06$, un rameau de $0^m,008$ dont le bourgeon terminal est escorté d'une feuille longuement pétiolée ($0^m,12$) à limbe ample mais difforme. Vers la base, la branche rampante porte des feuilles normales dont les bourgeons axillaires n'ont pas poussé.

La scyphie est le produit du développement prématuré de bourgeons, provoqué, chez l'*Aucuba* par la section, chez le Lierre par la mortification de l'extrémité de la branche.

Ces deux cas sont à rapprocher d'observations antérieures où les scyphies sont intermédiaires entre les écailles et les feuilles par leur position comme elles le sont par leur degré de vigueur. Un début de végétation du bourgeon l'année même de sa formation s'arrête à la production d'une scyphie chez le *Vinca major*, le *Cynanchum Vincetoxicum*, l'*Acer pseudoplatanus*, le *Vitis vinifera*. La scyphie de *Pelargonium* figurée par Masters (1) paraît occuper la même position.

Sur un *Ligustrum japonicum* taillé en boule, j'ai rencontré, le 18 octobre 1907, des pousses tardives dont les feuilles étaient pour la plupart juvéniles ou rudimentaires; l'une d'elles n'avait d'autre appendice vert qu'un limbe en cornet porté par un pétiole formant sous la scyphie un petit capuchon hyponaste.

La scyphie apparaît aussi au printemps à la base du rameau feuillé. Le 26 mai 1917, j'ai récolté une pousse robuste de *Persica vulgaris* portant, entre les deux feuilles inférieures linéaires et les feuilles normales, une scyphie étroite à long scyphopode filiforme.

Tous ces faits confirment la nature hypotrophique des scyphies.

MICROBIOLOGIE AGRICOLE. — *Sur la méthode directe dans l'étude microbiologique du sol.* Note de M. S. **Winogradsky**.

Les notions que nous possédons sur les phénomènes microbiens, dont le sol est le siège, ne sont encore que très fragmentaires et manquent totalement de précision. Au bout d'une trentaine d'années de travail on a réussi, il est vrai, à isoler un certain nombre de microbes du sol et à reproduire en culture pure la majorité des processus qui intéressent la Science agronomique. Actuellement, on maintient ces espèces en collection dans les laboratoires et on les soumet à des études de plus en plus détaillées. Mais quelque intérêt que puissent présenter ces études physiologiques, nous n'y trouvons que peu de renseignements sur les espèces qui peuplent les différentes terres, ni sur leurs fonctions, telles qu'elles s'exercent dans la nature, ni surtout sur les rapports biologiques qui y règnent et qui règlent la succession des processus et le sort de ces espèces que nous avons toute raison à nous figurer en lutte incessante pour s'approprier la matière énergétique. Car une tentative sérieuse de suivre l'action microbienne dans

(1) Masters, *Vegetable Teratology*, fig. 8, 1869.

le milieu naturel n'a jamais été faite, et il n'est que trop évident que les conditions de culture pure sur milieu artificiel ne sont guère comparables à celles de l'existence sauvage d'une espèce quelconque.

Aussi ne peut-on se défendre de penser qu'un microbe cultivé à l'abri de toute concurrence vitale et hyperalimenté, devenu donc une *plante de culture*, est en train de former au bout d'une certaine période, pas très longue, une race nouvelle qu'il ne serait pas permis de confondre, sans étude spéciale dans chaque cas, avec son prototype. Le microbiologiste agricole aurait donc toute raison d'imiter, en principe, l'exemple des laboratoires de fermentation, où la distinction entre les races des levures sauvages et les races cultivées s'est introduite depuis longtemps, et de n'employer pour les expériences touchant aux phénomènes naturels au moins des végétations microbiennes tout fraîchement recultivées du sol, en évitant les anciennes cultures de laboratoire, quelque authentiques qu'elles soient. Nous irons même jusqu'à dire, que celui qui négligerait cette règle se mettrait inconsciemment dans la position d'un botaniste, qui croirait étudier la flore d'un pays, en ne s'occupant que des plantes de sa serre.

Attribuer à un certain microbe cultivé la même fonction au sein de la terre que celle qu'il manifeste au laboratoire n'est donc en tout cas qu'une hypothèse qu'il est indispensable de vérifier par des expériences directes, et cela d'autant plus que l'argument qu'on pourrait tirer de sa fréquence et de sa force numérique dans le sol nous manque dans la majorité des cas, et des plus intéressants. Certes, on a beaucoup dénombré les germes du sol, mais les chiffres que nous donnent les méthodes courantes ne se rapportent qu'à ceux des germes qui viennent à former des colonies sur les milieux conventionnels — et qui sont une minorité, — sans même nous renseigner si ces germes étaient dans le sol à l'état actif, ou à l'état de spores, soit inactif.

Il est clair, par conséquent, qu'en se tenant qu'à la méthode classique, basée sur les cultures pures en milieu artificiel, il serait difficile de s'attendre à un progrès sérieux dans la direction qui intéresse tant la microbiologie du sol, et la nécessité s'impose de recourir à une méthode plus directe, quand même elle serait au début moins parfaite, comme technique, que celle qui est universellement adoptée.

Nous n'irons pas jusqu'à affirmer que la tendance de mettre notre branche de la microbiologie plus directement au service de la Science du Sol ne se soit pas fait sentir jusqu'à ce jour. Ainsi, c'est évidemment des considérations de ce genre qui ont inspiré la méthode dite de Rémy-Löhnis, qui consiste à noyer peu de terre dans un quantum de liquide, à raison de

10 pour 100, et de suivre les processus qui se développent dans les fioles et leurs relations avec la fertilité des terres employées pour les inoculations. Mais cette méthode n'a pu donner aucun résultat appréciable, et il n'y a lieu de s'en étonner, car elle n'est pas plus directe que les autres, et de plus, il est évident que ce n'est pas en reproduisant les conditions d'une mare qu'on pourrait faire avancer la microbiologie d'un sol sain. Nous ne la mentionnons donc qu'en passant à cause du retentissement qu'elle a eu pendant un certain temps et des nombreux travaux quelle a provoqués.

Les critiques que nous venons de produire ayant pour nous un caractère décisif, nous avons été amené, en reprenant nos recherches sur les microbes du sol, à élaborer une méthode qui permettrait de suivre l'action microbienne dans des conditions se rapprochant autant que possible des conditions naturelles. Nous nous permettrons d'exposer succinctement dans la présente Note les principes et les buts immédiats de cette *méthode directe*, en réservant les résultats déjà acquis à nos prochaines Communications.

On opère avec de la terre fraîche, criblée et ramenée à un degré d'humidité et de compacité convenables. Elle est le principal milieu de culture, la base de toutes les expériences, et ce sont les germes qui y sont déjà présents que l'on y fait pulluler.

On les fait pulluler en incorporant à la terre en expérience des corps chimiques différents, choisis entre les plus répandus dans la nature, ainsi que des matières brutes d'origine animale et végétale.

L'effet est étudié : 1° par un examen microscopique direct de la terre; 2° par des *cultures auxiliaires* sur milieu artificiel qui servent à compléter les observations microscopiques, procédé d'autant plus nécessaire que les méthodes de préparation et de coloration de la terre ne sont pas encore au point.

Ces *cultures auxiliaires* se font exclusivement sur milieu solide, et aussi souvent qu'il le faut pour avoir un tableau complet du processus déclenché. Le milieu liquide est à proscrire rigoureusement dans le cas, car tous les rapports biologiques qui caractérisent la terre saine y sont modifiés jusqu'à devenir méconnaissables.

Les milieux solides doivent correspondre par leur composition dans chaque cas au milieu-terre, autant que possible, c'est-à-dire contenir la même substance énergétique et une proportion d'azote assimilable du même ordre.

Les milieux *standard* ne répondant pas à cette exigence et généralement impropres à la manifestation de fonctions spécialisées sont à éviter.

Il est très important de bien choisir la terre destinée à recevoir la substance énergétique, en même temps que de servir de *témoin*. On choisira de préférence une terre d'ancienne culture, n'ayant reçu depuis des années aucune fumure, n'ayant subi récemment aucune façon, ne portant aucune végétation. Étant à l'état d'équilibre relatif, elle sera peuplée par un minimum stable de microbes relativement facile à fixer. On conçoit que sa réaction vis-à-vis de la substance énergétique sera d'autant plus prononcée. En effet, nous avons été souvent frappé par son intensité.

En appelant *état microbiologique*, ou simplement biologique, la qualité et la quantité des cellules microbiennes actives, *réaction biologique* les changements provoqués par la substance énergétique, nous dirons que le but immédiat de la méthode est justement de déterminer cet état et cette réaction d'une terre donnée. La réaction prendra la forme d'une pullulation énorme de l'espèce, ou d'un petit groupe d'espèces les mieux adaptées, sous les conditions données, à l'utilisation de la substance offerte, jusqu'à prédominer dans la *culture-terre*, ainsi que dans les *cultures auxiliaires* d'une manière décisive.

L'analyse chimique de la *culture-terre*, parallèlement avec celle de la *terre témoin*, nous renseignera sur la fonction du microbe vainqueur, à condition toutefois d'interrompre l'expérience au moment critique.

Généralement, ces expériences à l'état actuel de nos connaissances, ne peuvent être que de courte durée, soit 3 à 5 jours à 30°; prolongées, elles deviendraient difficilement déchiffrables, plusieurs réactions, ou phases, du processus déclenché se succédant assez rapidement, avant qu'un état d'équilibre soit de nouveau atteint.

Nous ajouterons, pour prévenir un malentendu, que la réaction biologique dépendra non seulement de la qualité de la substance énergétique, mais aussi des conditions concomitantes, dont l'effet devra être étudié dans chaque cas. Nous pouvons citer, par exemple, le rapport de l'azote assimilable à la substance hydrocarbonée, comme facteur des plus importants. Non moins profond est l'effet du degré d'humidité et d'aération.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Recueil des nivellements des chemins de fer de la Russie d'Europe* et *Données sommaires météorologiques et océanographiques pour les mers de Kara et de Sibérie*, par J. de Schokalsky (en langue russe).

2° *Historical mathematical Paris*, by David Eugene Smith. (Présenté par M. J. Hadamard.)

3° *Cartes économiques de l'Afrique occidentale française*, dressées par A. Meunier : n° 1, *cultures alimentaires, fourragères et médicinales;* n° 2, *cultures industrielles;* n° 3, *oléagineux;* n° 4, *forêts;* n° 5, *élevage;* n° 6, *faune.*

4° Georges Bourguignon. *La chronaxie chez l'homme.* (Présenté par M. A. d'Arsonval.)

5° Diénert. *Cours d'épuration des eaux et assainissement des cours d'eau.* (Présenté par M. E. Roux.)

6° Amedeo Herlitzka. *Fisiologia ed aviazione.* (Présenté par M. Ch. Richet.)

7° J. Baratoux. *De la voix. Étude scientifique de sa formation et de son émission; ses maladies.* (Présenté par M. Bazy.)

8° Le tome I et le tome II, fascicule 1, du *Mémorial de l'Artillerie française.* (Présenté par M. H. Sebert.)

9° L. Kober. *Bau und Entstehung der Alpen.* (Présenté par M. Termier.)

10° *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Russie* pour 1922 (fasc. A.)

M. **Aimé Bouchayer** adresse un Rapport sur l'emploi qui a été fait par la Société des Amis du Laboratoire des Essais mécaniques et métallurgiques de la subvention accordée sur la *fondation Loutreuil* en 1921.

MM. **René Baire**, **Alfred Barriol**, **Augustin Boutaric**, **Elie Cartan**, **Hippolyte Copaux**, **Fernand Delhaye**, **Gustave Eiffel**, **Émile Gau**, **Georges Giraud**, **H. Humbert**, **Armand Jeandidier**, **Georges Pruvot**, **L.-G. Seurat** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

Mme Vve **Cusco** adresse également des remercîments à l'Académie.

MÉCANIQUE. — *Sur un mode de compensation du retrait dans les voûtes en béton.* Note de M. E. **Baticle**, présentée par M. Mesnager.

Supposons qu'on introduise dans une voûte des éléments transversaux, assez rapprochés, non susceptibles de retrait, en forme de coin : lorsque le retrait se produira, les longueurs susceptibles de retrait étant modifiées, de l'intrados à l'extrados, il s'introduira des rotations qui pourront diminuer les moments de flexion dus au raccourcissement de la fibre neutre.

Prenons pour axe des x la droite, supposée horizontale joignant les centres de gravité des sections d'encastrement et pour axe des y la verticale du centre de gravité de la section d'encastrement.

En un point (x, y) de la fibre neutre, le moment fléchissant est donné par l'expression

$$M = \mu + \alpha x - H y.$$

H est la poussée, μ et α sont respectivement le moment fléchissant et l'effort tranchant à l'origine.

Appelons k le coefficient de retrait et γ la rotation, par unité de longueur de fibre neutre, due à la modification des longueurs susceptibles de retrait des fibres. En écrivant que les sections d'encastrement sont invariables, on a

$$\int \frac{M\,ds}{EI} + \int \gamma\,ds = 0,$$

$$\int \frac{M x\,ds}{EI} + \int \gamma x\,ds + \int \frac{N}{E\Omega}\,dy = 0,$$

$$\int \frac{M y\,ds}{EI} + \int \gamma y\,ds - \int \frac{N}{E\Omega}\,dx + \int k\,dx = 0.$$

E est le coefficient d'élasticité, N l'effort normal, Ω l'aire et I le moment d'inertie de la section normale.

Supposons un arc surbaissé.

On pourra confondre ds avec dx, prendre $N = H$, négliger $\int \frac{N}{E\Omega}\,dy$ et aussi $\int \frac{N}{E\Omega}\,dx$, qui est petit vis-à-vis $\int \frac{H y^2}{I}\,dx$.

Supposons que cet arc soit à fibre moyenne parabolique, de portée $2a$ et de flèche f.

Prenons $\gamma = my + p$ et supposons que I soit constant; les équations

deviennent

$$\mu + \quad a\alpha - \frac{2}{3} f\mathrm{H} + \mathrm{EI}\left(\frac{2}{3} mf + p\right) = 0,$$

$$\mu + \frac{4}{3} a\alpha - \frac{2}{3} f\mathrm{H} + \mathrm{EI}\left(\frac{2}{3} mf + p\right) = 0,$$

$$\mu + \quad a\alpha - \frac{4}{5} f\mathrm{H} + \mathrm{EI}\left(\frac{4}{5} mf + p\right) + \frac{3}{2}\mathrm{EI}\frac{k}{f} = 0.$$

D'où l'on tire

$$\alpha = 0,$$

$$f\mathrm{H} = \frac{45}{4}\mathrm{EI}\frac{k}{f} + \mathrm{EI}\,mf,$$

$$\mu = \frac{15}{2}\mathrm{EI}\frac{k}{f} - \mathrm{EI}\,p.$$

D'où

$$\mathrm{M} = \frac{15}{2}\mathrm{EI}\frac{k}{f} - \mathrm{EI}\,p - \left(\frac{45}{4}\mathrm{EI}\frac{k}{f^2} + \mathrm{EI}\,m\right)y.$$

On voit que si l'on prend

$$m = -\frac{45}{4}\frac{k}{f^2} \quad \text{et} \quad p = \frac{15}{2}\frac{k}{f},$$

c'est-à-dire

$$\gamma = -\frac{45}{4}\frac{k}{f^2}y + \frac{15}{2}\frac{k}{f},$$

il y aura compensation de l'effet du retrait.

Soient, par mètre linéaire de fibre neutre, λ la longueur non susceptible de retrait de l'extrados et λ' celle de l'intrados, e l'épaisseur de la voûte.

Le retrait de l'extrados est, sensiblement, $(1-\lambda)k$; celui de l'intrados, $(1-\lambda')k$, et la rotation

$$\gamma = \frac{(1-\lambda')k - (1-\lambda)k}{e} = \frac{\lambda - \lambda'}{e}k.$$

D'autre part, le coefficient de retrait entrant dans le calcul des moments doit être modifié. En effet, la longueur susceptible de retrait de la fibre moyenne n'est plus que $1 - \frac{\lambda+\lambda'}{2}$; de sorte que k doit être remplacé par

$$k_1 = \left(1 - \frac{\lambda+\lambda'}{2}\right)k$$

(on prendra d'ailleurs, la valeur moyenne de $\frac{\lambda+\lambda'}{2}$ puisque c'est l'intégrale $\int k_1\,dx$ qui seule intervient).

De sorte que pour annuler l'effet du retrait, il suffira de prendre

$$p = \frac{15}{5}\frac{k_1}{f} \quad \text{et} \quad m = -\frac{45}{4}\frac{k_1}{f^2},$$

c'est-à-dire

$$\frac{\lambda - \lambda'}{e} = \left(-\frac{45}{2}\frac{\gamma}{f^2} + \frac{15}{2f}\right)\frac{k_1}{k}.$$

Cette relation permet de déterminer la dimension des coins étant donnés leur espacement et la dimension minimum par exemple.

On voit que la rotation produite par l'introduction des éléments non susceptibles de retrait est proportionnelle au coefficient de retrait k : la compensation sera donc réalisée quelle que soit la valeur du retrait.

Enfin nous remarquerons que si l'on pouvait donner à γ des valeurs plus fortes, on réaliserait une hypercompensation; on pourrait ainsi diminuer les effets dus au raccourcissement par suite d'une diminution de température ou encore au raccourcissement élastique causé par la charge permanente. D'ailleurs si les coins ont un coefficient d'élasticité plus élevé que le béton normal on réalisera une compensation du raccourcissement élastique tout à fait analogue à celle du retrait.

Observations de M. **Mesnager** *au sujet de la Note de M.* Baticle.

On sait qu'une voûte lorsqu'elle subit une contraction uniforme par l'effet du refroidissement ou du retrait se transforme en un solide semblable de longueur moindre. Si elle est encastrée sur ses appuis elle est contrainte de rester en contact avec ceux-ci, par conséquent, aux efforts qu'elle subissait par d'autres causes, s'ajoute l'effet de deux efforts de traction horizontaux passant au centre de gravité de masses fictives $\frac{ds}{I}$ (soit aux environs du tiers supérieur de la flèche), appliqués sur les sections extrêmes. L'effet principal de ces forces est de produire des moments de flexion positifs dans la partie centrale de la voûte, négatifs près des naissances.

L'idée très ingénieuse de M. Baticle a été de modifier la contexture des voûtes en béton de manière que le retrait produise automatiquement des flexions identiques à celles de ces moments, mais sans introduire de fatigues dans les fibres supérieures et inférieures qui subissent les plus grandes contraintes. Il y parvient en introduisant des éléments en forme de

coin non susceptibles de retraits entre les éléments en béton frais. Pourvu que ces derniers éléments ne soient pas trop longs par rapport à leur hauteur et adhèrent convenablement aux coins (sans quoi il n'y aurait pas de rotation), le résultat voulu est obtenu.

On pourrait l'obtenir également de beaucoup d'autres façons. Par exemple en armant plus fortement l'intrados près de la clef et l'extrados près des naissances. Il se peut que des compensations ou des exagérations de fatigue imprévues se produisent ainsi dans certaines voûtes en béton armé. On pourrait aussi, dans des voûtes non armées, employer des bétons de composition différente à l'extrados et à l'intrados dans des régions appropriées.

Par des moyens analogues on supprimerait les efforts dus à la dilatation dans les arcs métalliques.

MÉCANIQUE. — *Recherche sur l'excédent de puissance des oiseaux en vol.* Note de MM. **E. Huguenard**, **A. Magnan** et **A. Planiol**, présentée par M. Rateau.

L'estimation de la puissance d'un moteur animé et en particulier la détermination de la puissance dépensée en vol par les oiseaux présentent un gros intérêt. Un certain nombre d'auteurs, comme Navier, ont essayé de calculer, entre autres, le travail fourni pendant le vol, mais ils n'ont pas obtenu de résultats valables, parce qu'ils basaient leurs calculs sur des données inexactes. Aussi n'existe-t-il à l'heure actuelle aucune précision sur ce sujet, faute de moyens d'investigation.

Toutefois, s'il n'est pas encore possible d'évaluer la puissance nécessitée par le vol, il est par contre plus facile de définir le travail supplémentaire qui peut être démandé à un oiseau.

Nous avons donné une solution de cette question par l'emploi de dispositifs nouveaux. A cet effet nous avons utilisé, après l'avoir modifié, l'appareil imaginé en 1912 par F. Houssay et A. Magnan pour déterminer la vitesse de vol des oiseaux. Cet appareil se compose (*fig.* 1) d'une poulie montée, avec roulements à billes, sur un axe horizontal. Le bâti portant cette poulie est lui-même rendu mobile autour d'un axe vertical au moyen de roulements à billes. Sur la poulie est enroulé un fil de soie très fin et très résistant dont l'extrémité libre est attachée à l'oiseau par un système de lacets. L'animal en volant déroule le fil enroulé sur la poulie dont l'axe

horizontal de rotation actionne un contact coupant une fois par tour le circuit d'un signal de Deprez dont le stylet inscrit sur une bande de papier

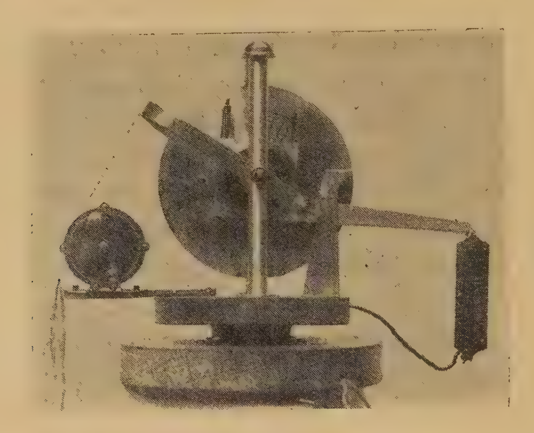


Fig. 1.

enfumé autant de décrochements que la poulie a fait de tours (*fig*. 2). On a ainsi le moyen de connaître la longueur du fil déroulé par l'oiseau. En

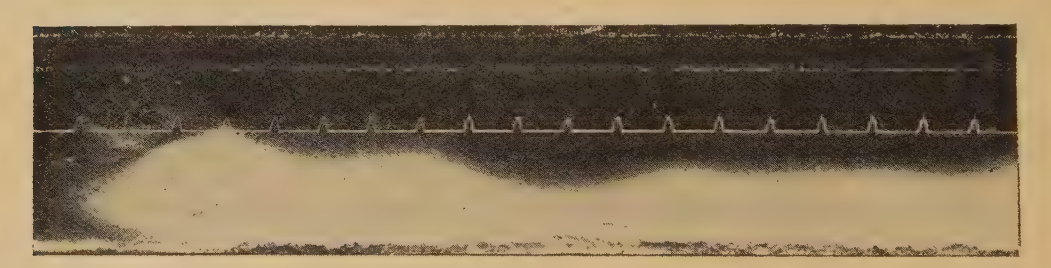


Fig. 2

inscrivant d'autre part sur la bande fumée les cinquièmes de seconde à l'aide d'un chronographe de Jaquet, on possède les données nécessaires au calcul de la vitesse de l'oiseau à chaque instant.

A côté de la grande poulie, nous avons fixé une poulie plus petite en bois, sur laquelle nous avons monté un frein de Prony fait de mâchoires d'acier serrées au moyen de deux vis; l'une d'elles, agissant par l'intermédiaire d'un ressort à boudin, assure un serrage élastique. La mâchoire inférieure du frein porte un bras de levier à l'extrémité duquel nous avons attaché la partie libre d'un peson, dont la partie fixe est reliée au socle de l'appareil.

Si un oiseau en vol tire sur le fil et met en mouvement la grande poulie, si en même temps on rapproche les mâchoires du frein en serrant le ressort,

l'animal est obligé d'effectuer un certain effort variable suivant la grandeur du frottement des mâchoires sur la petite poulie. On détermine l'intensité de cet effort par une simple lecture sur la graduation du peson ou par enregistrement en faisant déplacer l'aiguille du peson devant l'enregistreur.

En tenant compte du diamètre respectif des deux poulies, de la longueur du bras de levier qui relie la petite poulie au peson et de l'équilibrage du frein, il est possible d'évaluer exactement l'effort de traction exercé par l'oiseau en vol. Comme on enregistre en même temps la vitesse de l'animal, on a ainsi les éléments pour calculer la puissance extérieure développée par l'oiseau : $P = F \times V$, F étant l'effort de traction exercé en kilogrammes et V la vitesse correspondante en mètres-seconde.

Nous avons fait voler des pigeons voyageurs et nous avons enregistré leur vitesse et leur effort de traction à un moment donné, lorsque leur trajectoire était sensiblement horizontale. Voici les différents résultats obtenus :

Numéros des pigeons.	Poids du pigeon.	Vitesse.	Effort de traction.	Puissance extérieure.	Puissance extérieure par kilogr. d'animal.
	kg	m/s	kg	kgm	kgm
137	0,490	5,76	0,225	1,29	2,63
137	0,490	6,08	0,165	1	2,04
118	0,510	6,72	0,1875	1,26	2,47
199	0,490	8,32	0,0825	0,68	1,40
118	0,510	8,96	0,072	0,64	1,25
199	0,490	12,16	0,030	0,36	0,73

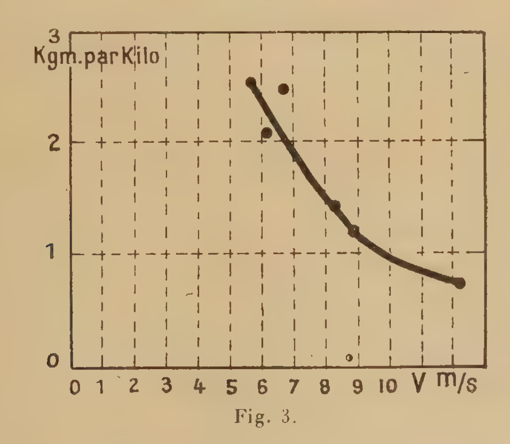


Fig. 3.

Nous avons aussi construit la courbe de la puissance spécifique extérieure de ces pigeons en portant en abscisses les vitesses en mètres-seconde et en

ordonnées correspondantes les diverses puissances exprimées en kilogrammètres par kilogramme d'animal (*fig.* 3).

Du tableau précédent et de ce graphique, il découle que le pigeon voyageur a pu développer dans ces expériences une puissance supplémentaire maxima de $2^{\text{kgm}},6$ par kilogramme d'animal, ce qui équivaut à $\frac{1}{30}$ de cheval-vapeur. Ce chiffre correspondrait pour un avion de 2000^{kg} à un excédent de puissance de 69 CV.

Les résultats portés dans le tableau peuvent être considérés comme des minima, car il apparaît, en observant l'oiseau tirant sur le frein dynamométrique, que l'animal fait montre d'une certaine répugnance à voler dans ces conditions. Cet exercice inaccoutumé peut en effet lui causer une surprise ou une gêne qui suffirait à expliquer cette attitude.

AVIATION. — *Méthode générale pour déterminer graphiquement les éléments du vol d'un avion.* Note de M. **Delanghe**, présentée par M. Rateau.

L'avion étant animé d'un mouvement rectiligne uniforme, les forces extérieures constituent un système nul. On suppose que, par un braquage convenable des gouvernes, le moment résultant soit nul. Pour achever d'exprimer l'équilibre, il reste à écrire deux équations de projection. Prenons pour axes, par exemple, la trajectoire G_x et la droite G_z perpendiculaire à G_x dans le même plan vertical; il vient

$$(\text{I}) \qquad \left\{ \begin{aligned} &(1) \quad \frac{a}{2g} v^2 S c_{xs} + P \sin\theta - M\left(\frac{a}{2g} \alpha n^2 D^4\right) = 0, \\ &(2) \quad \frac{a}{2g} v^2 S c_{zs} - P \cos\theta = 0, \end{aligned} \right.$$

S désignant la surface alaire, P le poids total, M le nombre des groupes moteurs supposés identiques, v la vitesse sur la trajectoire, a le poids spécifique actuel de l'air, θ l'angle de la trajectoire avec l'horizontale, positif ou négatif suivant que l'avion monte ou descend, D le diamètre, n le nombre de tours unitaire et α le coefficient de traction des hélices, c_{zs} et c_{xs} les valeurs que prennent respectivement les coefficients c_z et c_x de portance et de résistance sous l'influence du souffle des hélices.

D'après le théorème de Froude, la vitesse finale v' de ce souffle satisfait à la relation

$$\left(\frac{v'}{v}\right)^2 = 1 + \frac{S}{S_p}(c_{xs} + c_{zs} \operatorname{tang}\theta),$$

S_p étant la surface totale des cercles balayés par les hélices. On en déduit :

$$(3) \qquad c_{xs} = c_x + c_{x2}\left(\frac{v'^2}{v^2} - 1\right) = \frac{c_x + (c_x c_{x2} - c_x c_{z2})\dfrac{S}{S_p}\operatorname{tang}\theta}{1 - \dfrac{S}{S_p}(c_{x2} + c_{z2}\operatorname{tang}\theta)},$$

$$(4) \qquad c_{zs} = c_z + c_{z2}\left(\frac{v'^2}{v^2} - 1\right) = \frac{c_z + (c_x c_{z2} - c_z c_{x2})\dfrac{S}{S_p}}{1 - \dfrac{S}{S_p}(c_{x2} + c_{z2}\operatorname{tang}\theta)},$$

c_{z2} et c_{x2} désignant les coefficients de portance et de résistance des organes soumis à l'action du souffle des hélices. Si l'on élimine P entre les équations (1) et (2), on obtient, en tenant compte des égalités (3) et (4) et en appelant γ l'argument de similitude,

$$(\mathrm{II}) \quad \left\{ \begin{array}{ll} (5) & \dfrac{c_x + c_z \operatorname{tang}\theta}{1 - \dfrac{S}{S_p}(c_{x2} + c_{z2}\operatorname{tang}\theta)} = M\dfrac{2\alpha D^2}{\gamma^2 S}, \\[2ex] (6) & \dfrac{1}{\cos\theta}\,\dfrac{c_z + (c_x c_{z2} - c_z c_{x2})\dfrac{S}{S_p}}{1 - \dfrac{S}{S_p}(c_{x2} + c_{z2}\operatorname{tang}\theta)} = \dfrac{\dfrac{P}{S}}{\dfrac{1}{2}\dfrac{a}{g}\gamma^2 n^2 D^2}. \end{array} \right.$$

On voit que *les solutions du système des équations* (5) *et* (6) *sont fournies par les points d'intersection de deux réseaux distincts :*

1° *L'un, relatif au planeur, est constitué par les courbes* Γ_θ *dont chacune correspond à une valeur de* θ. *Les coordonnées* c'_x, c'_z *d'une telle courbe vérifient, compte tenu du souffle des hélices, les relations*

$$(\mathrm{III}) \qquad c'_x = \frac{c_x + c_z\operatorname{tang}\theta}{1 - \dfrac{S}{S_p}(c_{x2} + c_{z2}\operatorname{tang}\theta)}, \qquad c'_z = \frac{c_z + \dfrac{S}{S_p}(c_x c_{z2} - c_z c_{x2})}{1 - \dfrac{S}{S_p}(c_{x2} + c_{z2}\operatorname{tang}\theta)}.$$

Pour chaque incidence du planeur, il existe une valeur bien déterminée des coefficients c_x, c_z, c_{x2}, c_{z2} et par suite un point sur chaque courbe Γ_θ.

2° *L'autre réseau, relatif aux groupes motopropulseurs, est constitué par des courbes dont chacune correspond à une valeur de l'altitude* Z ; *les coordonnées* c'_x, c'_z *d'une telle courbe vérifient les relations*

$$(\mathrm{IV}) \qquad c'_x = M\frac{2\alpha D^2}{\gamma^2 S}, \qquad c'_z = \frac{\dfrac{P}{S}}{\dfrac{a}{2g}\gamma^2 n^2 D^2}.$$

A chaque valeur de n correspond une valeur de γ et, par suite, un point sur chacune des courbes Γ_z; il existe, en effet, entre n et γ une relation exprimant que le couple net du moteur est égal au couple absorbé par l'hélice

$$2\pi n Q_z - \frac{a}{g}\beta n^3 D^5 = 0.$$

Q_z, couple moteur, est, pour une altitude Z et un réglage donné des gaz, une fonction de n seulement; β, coefficient de couple absorbé par l'hélice, est, ainsi que α, une fonction de γ, connue au moins expérimentalement.

La vitesse sur la trajectoire et la vitesse ascensionnelle qui correspondent au point d'intersection (c'_x, c'_z) de deux courbes Γ_z et Γ_θ sont données respectivement par les égalités

$$v = \sqrt{\frac{P}{\frac{a}{2g} S c'_z}},$$

$$v_z = v \sin\theta.$$

L'altitude du plafond est la cote de celle des courbes Γ_z qui est tangente à la courbe Γ_θ correspondant à $\theta = 0$.

Extension au cas où les groupes motopropulseurs ne sont pas tous semblables. — Bien que les régimes des divers souffles d'hélice ne soient pas semblables, on peut admettre en général que c_{xs} et c_{zs} sont définis avec une approximation suffisante par les formules (3) et (4). Le système (III) reste le même; le système (IV) prend la forme

$$\text{(IV } bis\text{)} \qquad c'_x = \Sigma_1^M \frac{2\alpha D^2}{\gamma^2 S}, \qquad c'_z = \frac{\frac{P}{S}}{\frac{a}{2g}\gamma^2 n^2 D^2}.$$

On voit que l'on obtient l'abscisse c'_x d'un point quelconque de la courbe Γ_z en additionnant, pour une même valeur de l'ordonnée c'_z, les abscisses des M courbes analogues tracées pour les M groupes motopropulseurs considérés isolément.

Remarque. — Si l'on exprime, non pas l'équilibre des forces, mais l'égalité des puissances fournie et absorbée, on aboutit au tracé de deux réseaux analogues, mais dans lesquels il convient de substituer respectivement aux coordonnées c'_z et c'_x les coordonnées q et $\sqrt{p}$; q désigne la pression vive $\frac{av^2}{2g}$, et $\sqrt{p}$ la quantité $\frac{W}{P}\sqrt{\frac{a}{2g}}$, dont la dimension est celle de la racine carrée d'une pression et dans laquelle W représente la puissance absorbée par l'avion ou développée par l'hélice.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude des surfaces planétaires par la polarisation.* Note [1] de M. **Bernard Lyot**, présentée par M. Deslandres.

On admet actuellement que, à l'exception de la Lune et d'une étroite zone bordant les calottes polaires de Mars [2], les planètes nous envoient de la lumière naturelle [3] ; ces résultats ont été en général obtenus avec le polariscope de Savart.

J'ai effectué sur les planètes, avec un appareil plus sensible, de nombreuses mesures des proportions de lumière polarisée, qui ont conduit à une conclusion différente.

Dans ma méthode, la planète est observée à l'oculaire d'une lunette, avec un polariscope à franges et en même temps, au moyen d'une glace inclinée on polarise légèrement sa lumière tour à tour dans deux plans parallèle et perpendiculaire à la section principale du polariscope. On fait apparaître ainsi sur elle des franges de même intensité si sa lumière est naturelle, et d'intensités différentes, si elle est légèrement polarisée. En amenant les franges à la limite de visibilité, on peut déceler ainsi des proportions inférieures au millième.

Pour mesurer la proportion de lumière polarisée, on oriente l'appareil pour obtenir le maximum d'effet et on annule la polarisation au moyen d'une deuxième glace dont on lit l'inclinaison sur un cercle.

Pour déterminer son plan, on réalise, au contraire, l'égalité des franges, en faisant tourner l'appareil. Ce plan fait alors un angle de 45° avec la section principale du polariscope.

Le polariscope est constitué par deux rhomboèdres de spath minces et identiques suivis d'un prisme biréfringent; leurs sections principales sont croisées et orientées à 45° de celle du prisme. L'œil placé derrière celui-ci voit deux faisceaux superposés contenant chacun un système de franges rectilignes; l'un est à centre blanc, l'autre à centre noir. La séparation du prisme est d'une demi-frange jaune et s'effectue normalement aux franges de sorte que les deux systèmes sont superposés sur une grande longueur avec coïncidence de leurs maxima et de leurs minima de lumière.

---

(1) Séance du 12 novembre 1923.

(2) Pickering, *Astronomy and Astrophysics*, t. 1, 1892.

(3) Lenderer (1892), a montré que la lumière de Vénus n'est pas polarisée et Salet (1906) a trouvé le même résultat pour les rayons de Mercure.

Aucune lumière n'est ainsi perdue et l'éclat des franges brillantes, beaucoup plus grand qu'avec l'appareil de Savart, peut atteindre près du double de celui de la source qui les produit.

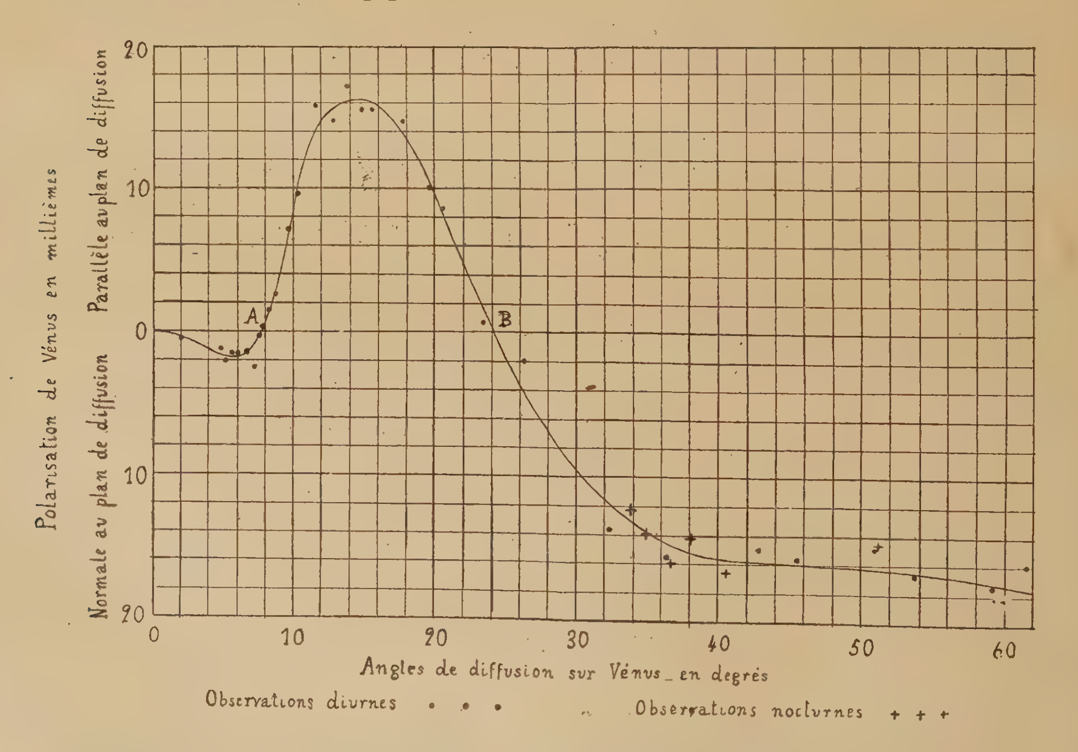
Les rhomboèdres employés, épais de $1^{mm},5$, donnaient des franges écartées de $10'$ seulement.

Quand la planète étudiée était trop près du Soleil (ce cas s'est présenté pour Vénus et pour Mercure) les mesures ont été effectuées de jour en compensant la polarisation atmosphérique au moyen du dispositif suivant :

Le centre de l'objectif est couvert par une pile de glaces à faces non parallèles qu'un volet, commandé de l'oculaire, obture partiellement.

Ce dispositif permet de rendre la polarisation du champ égale à celle de la planète dont la lame compensatrice fournit alors sans correction la valeur.

J'ai effectué depuis le mois de mai 1922 des séries de mesures sur les cinq premières planètes et sur la Lune; tout d'abord avec l'équatorial de $0^{m},83$ de l'Observatoire de Meudon, ensuite avec une lunette de $0^{m},175$ d'un maniement beaucoup plus commode.



Les principaux résultats relatifs à Vénus sont résumés en partie par la courbe. Chacun des points qui y sont figurés a été obtenu en portant en

abscisse l'angle de diffusion défini pour la commodité de l'exposé comme étant la distance angulaire de la Terre au Soleil vue de Vénus, et en ordonnée la moyenne des proportions de lumière polarisée trouvées pendant une observation, portée dans le sens positif ou négatif suivant que le plan de polarisation est parallèle ou perpendiculaire au plan de diffusion.

L'angle de ces deux plans a d'ailleurs toujours été trouvé sensiblement égal à 0° ou 90°.

Les observations de Vénus, au nombre de 70, ont été commencées le 13 mai 1922.

L'angle de diffusion, alors de 32°, allait en croissant. La polarisation fut trouvée perpendiculaire et voisine de 14 millièmes; elle augmenta d'abord, passa peu après la quadrature par un maximum de 40 millièmes (non représenté sur la figure) et finalement s'inversa peu avant la conjonction inférieure du 24 novembre 1922 pour un angle de 148°, devenant ainsi parallèle.

Depuis cette époque elle est repassée par les mêmes valeurs, en particulier au point d'inversion signalé ci-dessus, puis, de 32° à 0°, par un deuxième et un troisième point d'inversion marqués A et B sur la portion de courbe représentée. Au moment de sa conjonction supérieure du 9 septembre dernier, Vénus était encore assez facilement visible, bien qu'étant seulement à 1°20′ du Soleil et sa polarisation était sensiblement nulle. Pendant ces mesures les franges visibles sur la planète n'avaient pas toujours une intensité uniforme. Pour les faibles angles de diffusion la polarisation variait un peu d'un point à l'autre du disque; lorsque, au contraire, Vénus était en quadrature ou en croissant, le terminateur était toujours plus polarisé que les bords et la polarisation subissait des fluctuations irrégulières inobservées pour des angles inférieurs à 60°.

Ces recherches peuvent conduire à des données nouvelles sur la nature des atmosphères et surfaces planétaires; un nuage de gouttelettes donne en effet dans le laboratoire une courbe de polarisation semblable à celle de Vénus avec deux points d'inversion.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le deuxième trimestre de* 1923. Note de M. J. **Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Il y a eu 86 jours d'observations (¹) dans ce trimestre, et les principaux faits qu'on en déduit se résument ainsi :

Taches. — On a enregistré 13 groupes dont l'aire moyenne totale est de 459 millioniėmes, au lieu de 6 groupes et 57 millioniėmes, précédemment (²).

Cette augmentation, de part et d'autre de l'équateur, est de 2 groupes au sud (5 au lieu de 3) et de 5 au nord (8 au lieu de 3).

D'autre part, il y a eu 46 jours où le Soleil a paru dépourvu de taches, d'où un nombre proportionnel de 0,53 au lieu de 0,74.

Enfin les lieux de formation des taches continuent à se rapprocher de l'équateur : les latitudes moyennes, qui étaient —6°,0 et +7°,5, ont passé à —4°,2 et +3°,0.

Régions d'activité. — Les facules ont été moins nombreuses : au total, on a noté 39 groupes au lieu de 50, et une surface de 24,6 millièmes au lieu de 32,0.

La répartition de cette diminution des groupes est de 6 (12 au lieu de 18) dans l'hémisphère austral, et de 5 (27 au lieu de 32) dans l'hémisphère boréal.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes. S.	Latitudes moyennes. N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril. — 0,46.			
30- 2	4	1,7		+ 5	70
14-15	2	13,0	— 5		8
17-18	2	15,4		+ 4	12
19-28	9	23,9	— 6		29
	28 j.		— 5°,5	+ 4°,5	
		Mai. — 0,67.			
12-13	2	12,8		+ 7	12
22	1	23,9		+ 7	4
23-26	3	27,2	—10		13
	30 j.		—10°	+ 7°	
		Juin. — 0,46.			
28- 1	5	2,6		+ 9	34
1- 3	3	4,9	— 7		15
21	1	16,8		+29	3
25-26	2	21,0		+ 4	56
18-25	7	21,4	— 4		18
25- 3	9	28,1		+ 9	185
	28 j.		— 5°,5	+12°,8	

(¹) Avec l'aide de Mlle Bloch.

(²) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 681.

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1923.	Sud. 90°–40°	40°–30°	30°–20°	20°–10°	10°–0°	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°	10°–20°	20°–30°	30°–40°	40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril........	»	»	»	»	2	2	2	2	»	»	»	»	4	119
Mai.........	»	»	»	»	1	1	2	2	»	»	»	»	3	29
Juin........	»	»	»	»	2	2	4	3	»	1	»	»	6	311
Totaux ...	»	»	»	»	5	5	8	7	»	1	»	»	13	459

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1923.	Sud. 90°–40°	40°–30°	30°–20°	20°–10°	10°–0°	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°	10°–20°	20°–30°	30°–40°	40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril........	»	»	»	»	4	4	7	6	»	1	»	»	11	7,9
Mai.........	»	»	1	2	2	5	7	3	1	3	»	»	12	4,9
Juin........	»	»	»	»	3	3	13	7	2	2	1	1	16	11,8
Totaux....	»	»	1	2	9	12	27	16	3	6	1	1	39	24,6

GÉOGRAPHIE. — *La longueur des rivières de la Russie d'Asie et sur le système de mesure des rivières sur les cartes en général.* Note de M. J. de Schokalsky.

Connaître les longueurs des rivières ce n'est point un besoin purement géographique, ces données sont indispensables dans beaucoup d'autres sciences et certainement dans la pratique de la vie. On trouve ces longueurs dans un nombre d'ouvrages de référence, mais si l'on compare ces chiffres on trouve toujours des différences plus ou moins grandes et quelquefois surprenantes.

Cela prouve que la question des longueurs des rivières n'est pas encore résolue d'une manière satisfaisante et même pour les rivières de l'Europe, on ne possède pas de résultats à la hauteur de la science moderne.

Après avoir étudié la question et compulsé tous les travaux similaires, je suis arrivé à la conclusion que, pour élucider à quoi sont dues ces différences, il faut savoir dans chaque cas : 1° comment on a mesuré les lignes courbes des rivières sur les cartes; 2° comment on a pris en considération l'échelle de la carte; 3° quels points furent considérés comme les sources des rivières et ceux de leurs embouchures; 4° comment on a pris en considération la sinuosité des rivières. Dans la plupart des travaux sur les longueurs des rivières, toutes ces questions sont très mal éclairées; on parle encore de

la première, mais les trois autres ordinairement ne sont pas même mentionnées. Je me permets d'émettre l'opinion que très probablement ces trois dernières conditions, indispensables pour arriver à un bon résultat, furent étudiées pour la première fois dans le travail, dont j'ai l'honneur de présenter le résultat à l'Académie.

La question — comment mesurer les longueurs des rivières — fut résolue de la manière suivante. En premier lieu on trouva que l'unique instrument sérieux c'était le compas ordinaire. Pour fixer l'ouverture du compas, laquelle doit certainement varier avec l'échelle de la carte, on a fait faire par deux personnes 20 mesurages de deux rivières, une très sinueuse, l'autre avec le tracé le plus simple, au moyen de 10 ouvertures du compas.

Cet essai prouva que les mesurages successifs concordaient très bien et que, avec le rétrécissement de l'ouverture du compas, la longueur de la rivière augmentait assez vite jusqu'à l'ouverture de 0,05 pouce ($1^{mm},3$), puis se ralentissait. Nous avons adopté cette ouverture pour tout le travail. Un petit essai supplémentaire nous démontra que la largeur du trait de la rivière sur la carte était d'une influence minime.

Pour le travail définitif nous avons commandé des compas avec des pointes fixes ayant l'ouverture de $1^{mm},3$ (0,05 p.), ces compas ont été numérotés et vérifiés fréquemment en mesurant sur les marges de la carte des lignes droites d'une longueur donnée.

L'échelle des cartes sur lesquelles on a mesuré les longueurs des rivières dans la plupart des travaux antérieurs n'entrait pas du tout en considération. Notre carte était à l'échelle de $\frac{1}{4200000}$, à la projection de Gauss, le cône coupant l'ellipsoïde le long des parallèles de 54°-56°. La différence des échelles pour les latitudes au nord de cette zone atteignait 11 pour 100 et pour la partie au sud de la zone avec échelle unité, elle allait jusqu'à 5 pour 100.

On trouva ensuite quelle est la largeur de la zone de latitude pour laquelle l'échelle peut être considérée comme invariable et alors pendant le travail on notait le numéro de la zone pour prendre ensuite en considération le changement de l'échelle.

Pour fixer invariablement ce qu'on considérait comme source et comme embouchure de la rivière, on indiqua ces points par les coordonnées géographiques, évitant ainsi tous les malentendus.

Il restait à élucider la question : comment prendre en considération la sinuosité des rivières. Jusqu'à présent personne ne l'a fait.

Nous nous sommes arrêté au système suivant :

En étudiant soigneusement la carte nous avons trouvé une portion d'une rivière quelconque la plus sinueuse possible et une autre partie d'une rivière différente du tracé plus simple qu'il était possible de trouver sur la carte. Ces deux portions étaient prises comme extrémités de notre échelle de sinuosité. Il était facile de trouver autant de numéros intermédiaires qu'on le voulait.

Pour obtenir l'expression des numéros de l'échelle de sinuosité en chiffres absolus on a construit des abaques et au moyen d'eux on trouva ces données. Fort de ce résultat on procéda à la mesure des longueurs des rivières sur la carte, ce qui fut fait par deux opérateurs, chacun d'eux mesura chaque rivière de l'amont à l'aval et en sens contraire.

C'est quand presque tout le travail fut terminé qu'une idée nous vint : Au lieu d'obtenir la valeur des numéros de l'échelle de sinuosité en les mesurant directement, faire la même opération sur les épreuves agrandies de dix fois par la photographie. Cela revenait à des mesures des mêmes types de l'échelle avec des ouvertures du compas dix fois plus petites.

On étudia ces résultats au moyen des abaques et l'on trouva que les places des types I et II devaient être renversées. Pour le calcul définitif on a pris cela en considération.

Dans le Tableau définitif on donne, en outre de la longueur des rivières, beaucoup d'autres indications utiles pour la science et la pratique.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres d'étincelles dans les métalloïdes à l'état liquide.* Note de M. **Maurice Curie**, présentée par M. Georges Urbain.

Dans une étude sur la photoluminescence [1], j'ai indiqué les raisons générales auxquelles on peut attribuer la production de spectres continus en milieu très condensé. La première de ces raisons est la non-uniformité du champ de force intermoléculaire qui agit sur un électron écarté, par l'excitation, d'une région externe de l'atome. Cette cause donnée à l'apparence spectrale continue doit exister quels que soient les atomes en présence.

En relation avec ces indications, j'ai voulu rechercher si les spectres continus d'étincelles que l'on observe en milieu liquide sont toujours liés à la présence d'hydrogène; c'est à ce gaz que l'on attribue la large bande continue apparaissant dans le spectre d'étincelles éclatant dans l'eau entre pointes

[1] Maurice Curie, *Thèse*, 1923.

métalliques. Certains physiciens ont étudié cette catégorie de spectres dans différents liquides mais tous hydrogénés sauf, à ma connaissance, Konen [1] qui a utilisé le sulfure de carbone.

D'autre part j'ai voulu voir s'il n'y avait pas ici rétrécissement ou résolution des bandes aux basses températures, faits que l'on n'observe pas pour les larges bandes de photo-luminescence des sulfures phosphorescents.

J'ai utilisé des pointes de platine et des métalloïdes non combinés : brome liquide, oxygène liquide, soufre fondu, azote liquide, phosphore fondu.

Le dispositif employé était le suivant : la tension était fournie par une puissante bobine de Ruhmkorff. L'étincelle, fortement condensée, éclatait à la fois entre les deux électrodes de platine (3^{mm} de diamètre) plongées dans le liquide et entre deux électrodes d'aluminium placées dans le circuit, dans l'air. L'écart des pointes d'aluminium était fixe et de 12^{mm}; l'écart des pointes de platine était porté au maximum permettant le passage régulier de l'étincelle et fut toujours inférieur à un demi-millimètre.

Spectrographe à prismes multiples flint-crown donnant, pour les radiations visibles, un spectre d'une longueur de 40^{mm} environ; plaques panchromatiques Ilford, sensibles jusqu'à $850^{\mu\mu}$; temps de poses de l'ordre d'une minute.

J'ai observé, dans tous les liquides étudiés, la production d'un large spectre continu. La limite de l'impression de la plaque était toujours sensiblement la même du côté des grandes longueurs d'ondes ($725^{\mu\mu}$ environ).

Du côté des courtes longueurs d'ondes, la limitation semble surtout provenir de l'absorption par le liquide ou par le verre du système dispersif; cette limite était approximativement :

Avec le brome liquide..........	$600^{\mu\mu}$
» le soufre fondu............	500
» le phosphore fondu........	475
» le oxygène et azote liquides.	390

Les bandes d'absorption de l'oxygène apparaissaient très nettement.

Les raies d'émission du platine sont peu distinctes sur le fond continu ; elles semblent généralement élargies et diffuses.

Aucune raie renversée n'est apparue avec le platine, dans le domaine des longueurs d'ondes étudié; on sait que ces raies, qui se détacheraient en blanc sur la plaque photographique, correspondent aux spectres de

---

[1] Konen, *Ann. der Phys.*, 1902.

flamme (1). En employant des pointes d'aluminium et l'azote liquide, j'ai pu observer le renversement complet des raies 396 et 394$^{\mu\mu}$ aux basses températures; de plus, l'examen du spectre continu à l'aide d'un réseau très dispersif n'a donné aucun indice de structure fine.

Les raies renversées correspondent à une absorption par certains centres métalliques (Al), cette absorption n'étant pas suivie d'émission. Des faits analogues se retrouvent pour les substances photoluminescentes à impuretés phosphorogènes, pour de fortes concentrations en phosphorogène.

Dans aucun des liquides étudiés, il n'y eut persistance apparente de l'émission lumineuse.

PHYSIQUE. — *L'expérience de Michelson et la contraction de Lorentz.* Note (2) de M. **E. Brylinski**, présentée par M. Daniel Berthelot.

Nous avons vu dans nne précédente Note (3) que l'expérience de Michelson doit donner, lorsqu'on ne dérègle pas l'un des miroirs pour obtenir des franges d'interférence, une tache lumineuse d'éclairement variable suivant l'orientation du plateau.

Le fait que les deux ondes traversent la glace G et que l'une des ondes traverse en outre une glace compensatrice ne paraît pas de nature à modifier cette conclusion, puisque l'indice de réfraction d'un corps placé à la surface de la Terre est indépendant, à une approximation très élevée, de son orientation.

De même il semble douteux que les dispositifs optiques qui permettent d'obtenir des ondes planes au repos absolu maintiennent cette planicité lorsqu'ils sont en mouvement. On aura donc vraisemblablement affaire à des ondes sphériques de très grand rayon, sans qu'il en résulte de modification appréciable aux résultats obtenus. On aura peut-être quelques anneaux colorés sur l'écran au lieu d'une plage uniformément éclairée.

L'expérience a donné jusqu'à présent (4) des résultats négatifs, que M. Lorentz a tenté d'expliquer par une contraction de la matière dans le sens du mouvement, les dimensions transversales restant inchangées.

---

(1) L. et E. Bloch, *J. de Phys.*, 1922.

(2) Séance du 5 novembre 1923.

(3) Voir *Comptes rendus*, t. 177, novembre 1923.

(4) Il semble que des expériences récentes effectuées aux États-Unis d'Amérique aient donné un résultat positif; mais nous ne possédons pas de renseignements assez précis pour en faire état actuellement.

Reprenons donc nos calculs en supposant une semblable contraction s, mais en admettant dorénavant l' différent de l.

Si, en effet, on peut régler optiquement l et l' à l'égalité dans la situation du plateau où le mouvement de la Terre est à 45° avec les droites OM_1 et OM_2, on aura une plus grande sensibilité en réglant d'abord dans la première position la plage éclairée de l'écran au maximum d'éclairement par une position convenable du miroir M_2, et faisant ensuite tourner le plateau.

Nous aurons les résultats suivants :

$$t_1 = 3\frac{l}{c}\frac{1}{1-\frac{\beta^2}{2}},$$

$$t_2 = \frac{l}{c}\frac{1}{1-\frac{\beta^2}{2}} + \frac{2sl'}{c}\frac{1}{1-\beta^2},$$

$$t_3 = \frac{sl}{c}\left(3+\beta+\frac{3}{2}\beta^2+\frac{5}{2}\beta^3+\frac{3}{4}\beta^4+\ldots\right),$$

$$t_4 = \frac{sl}{c}\cdot\frac{1+\beta}{1-\frac{\beta^2}{2}} + \frac{2l'}{c}.$$

Le premier réglage aboutit à rendre égaux t_1 et t_2, le résultat négatif de l'expérience oblige à admettre que t_3 est égal à t_4. On en déduit immédiatement

$$s^2 = \frac{1-\frac{\beta^2}{2}-\frac{\beta^4}{4}-\ldots}{1+\frac{\beta^2}{2}+\beta^3+\frac{\beta^4}{4}+\ldots} = 1-\beta^2-\beta^3-\ldots$$

au lieu de la valeur $(1-\beta^2)$ déterminée par M. Lorentz.

Ainsi la contraction de la matière qu'exigerait le résultat négatif de l'expérience de Michelson ne serait pas celle de Lorentz; elle comporterait des termes d'ordre supérieur au second, et notamment des termes impairs.

Il est d'ailleurs aisé de voir qu'en égalant l et l' dans la position à 45° la contraction devrait être égale à

$$s' = 1-\frac{\beta^2}{2}-\frac{\beta^4}{4}-\ldots$$

pour réaliser l'égalité de t_1 et de t_2, et à

$$s'' = \left(1-\frac{\beta^2}{2}\right)\left(1-\frac{\beta^3}{1-\beta^2+\frac{3}{2}\beta^3}\right)$$

pour réaliser l'égalité de t_3 et de t_4. Non seulement il y a des termes supérieurs dans l'expression de la contraction, mais cette expression n'est plus la même pour les deux orientations du plateau; il n'y a plus *une* contraction de la matière susceptible d'expliquer le résultat négatif de l'expérience de Michelson.

En outre, le fait que la contraction contiendrait un ou plusieurs termes de degré impair en β est de nature à montrer qu'une pareille contraction ne saurait avoir d'existence réelle; cette contraction dépendrait, en effet, du signe de v, elle différerait suivant que la vitesse v serait positive ou négative, ce qui est inacceptable.

Peut-être objectera-t-on que l'hypothèse admise dans nos calculs de l'égalité de l'' et de l est la cause de ce résultat. Mais si l'on refait les calculs en supposant l'' quelconque, on constate :

1° Que la différence $l - l''$ n'intervient pas dans l'expression de $t_2 - t_1$;

2° Que, dans l'expression de $t_4 - t_3$, cette différence n'intervient que par un terme correctif de l'ordre de

$$\beta^3 \frac{l'' - l}{l},$$

qui est négligeable au point de vue qui nous occupe;

3° Qu'enfin, si l'on annule l'' afin de voir ce qui se passe au centre de la glace G, on constate que le terme du troisième ordre en β subsiste.

On pourra toujours admettre des contractions *apparentes*, résultant de l'emploi de certains groupes de transformation des coordonnées jugés nécessaires pour rendre compte des effets du mouvement, et l'on pourra toujours trouver de pareils groupes, capables de rendre compte du résultat négatif de l'expérience de Michelson (il y en a même théoriquement une infinité). Mais le résultat négatif de l'expérience de Michelson, bien loin de conduire à une contraction longitudinale de la matière ne dépendant que de la vitesse, contredit expressément une semblable notion.

SPECTROSCOPIE. — *Nouvelle extension des spectres d'étincelle de l'étain et du zinc dans la région de Schumann.* Note de MM. **Léon** et **Eugène Bloch**, présentée par M. Brillouin.

Nous avons décrit précédemment un spectrographe à vide d'un modèle spécial, comportant un prisme et des lentilles de fluorine, à l'aide duquel nous avons pu étendre dans la région de Schumann les spectres d'étincelle

d'un grand nombre d'éléments ([1]). Ces spectres atteignent une limite comprise, suivant les cas, entre 1550 et 1400 angströms.

En apportant divers perfectionnements à notre montage, et en faisant jaillir les étincelles dans l'azote au lieu d'hydrogène, nous avons pu reculer notablement cette limite. Nos spectres s'étendent maintenant jusqu'à 1300 angströms environ. L'accroissement de la dispersion de la fluorine au voisinage de sa bande d'absorption, ainsi que l'amélioration générale des clichés, nous ont permis d'obtenir une finesse de détails qui surpasse celle dont sont susceptibles dans cette région les meilleurs réseaux actuellement connus.

Les mesures ont porté d'abord sur les raies de l'étain, que nous avons comparées aux étalons de l'hydrogène mesurés par Lyman. L'étain a servi d'étalon secondaire pour les autres corps. Nous avons étudié de cette façon la plupart des éléments qui avaient fait l'objet de nos recherches dans le domaine des longueurs d'ondes plus grandes : la liste de leurs raies a été complétée et prolongée. La précision des résultats nous paraît être, en moyenne, de l'ordre de 0,1 angström.

Nous donnons aujourd'hui les nombres relatifs à l'étain et au zinc. Pour l'étain, entre 1700 et 1400 angströms nous ajoutons 45 raies nouvelles aux 11 raies que nous avons données antérieurement; les 28 raies à partir de 1400 angströms sont toutes nouvelles. Les raies du zinc ont déjà été mesurées au réseau par Sawyer ([2]), mais cet auteur en donne 15 entre 1552 et 1310 angströms, alors que nous en avons trouvé 107 et publié antérieurement 19; 73 de nos raies sont donc également nouvelles. Dans la colonne intitulée Observations nous signalons, entre autres choses, les longueurs d'ondes de celles des raies antérieurement publiées par nous qui peuvent servir à raccorder l'ancien domaine au nouveau; les nombres donnés ici doivent naturellement être préférés aux anciens ([3]).

([1]) Léon et Eugène Bloch, *Comptes rendus*, t. 170, 171 et 172, 1920 et 1921; *Journal de Physique*, t. 2, 1921, p. 229.

([2]) Sawyer, *Astrophysical Journal*, t. 52, 1920, p. 297,

([3]) La mention « comm. » s'applique à quelques raies signalées par Lyman, Hopfield, etc., qui sont communes à la plupart des spectres d'étincelle.

Étain.

Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.
3	1699,0	1699,0	1	1550,6		2	1398,9	diff.
2	1675,0		0	1548,7	dout. comm.	0	1396,5	
1	1673,9		1	1542,8		1	1395,1	
1	1672,4		0	1540,6	diff.	3	1393,9	
2	1664,7	1665,3	0	1537,7		3	1391,3	
1	1648,0	t. diff.	0	1534,0		3	1386,9	
0	1646,7		1	1532,9		0	1383,0	
1	1645,3		1	1528,1		2	1380,9	
1	1644,3	double?	2	1520,2	diff.	0	1375,5	
3	1639,9	t. diff.	2	1518,2	nette	2	1370,8	
0	1636,7	diff.	1	1514,5	diff.	2	1369,9	
2	1628,4	renv.	3	1489,7	1489,6	2	1365,5	
1	1624,3		1	1487,2	nette	1	1364,0	
2	1622,5		1	1483,6	nette	2	1360,3	
1	1619,3		0	1476,8		2	1358,8	
2	1602,0	diff.	7	1475,1	1475,6 renv.	3	1347,7	
0	1598,3		2	1468,0	nette	2	1346,1	
0	1593,6		0	1463,6		1	1336,9	
0	1588,7	diff.	2	1459,6	t. diff.	2	1334,5	
1	1586,4		3	1450,1		2	1327,0	
1	1584,7	nette	4	1437,7	1437,9 nette	0	1319,1	dout.
1	1581,0	nette	0	1428,8		0	1318,2	dout.
3	1574,3	1574,6	0	1425,4		1	1317,2	
3	1570,2	1570,6	0	1421,5		2	1315,8	
1	1560,8	comm.	0	1418,8		3	1313,7	
2	1558,6	nette	2	1412,3	comm.	2	1311,2	
2	1554,8	diff.	3	1410,8		1	1310,1	
1	1552,4	renv.	4	1400,7	1401,1 renv.	2	1304,8	

Zinc.

Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.
2	1555,9	1555,9	1	1540,0		0	1518,7	
1	1553,7		1	1536,8	diff.	4	1515,9	1515,9
2	1553,0	1552,7	1	1535,4	1535,4 diff.	0	1514,9	
2	1552,2	1552,2	1	1531,1	t. diff.	1	1513,6	
0	1548,4	diff.	1	1528,7		1	1511,9	diff.
2	1546,7	1547,1	2	1527,9		2	1510,5	1510,5
1	1545,0		2	1527,0		2	1508,8	1508,8
1	1543,3	diff.	2	1523,6	t. diff.	4	1506,1	1506,1
1	1541,8		2	1521,3	diff.	1	1503,5	diff.
2	1541,0		1	1520,7		3	1500,6	1500,6

Zinc (suite).

Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.	Int.	λ.	Obs.
3	1499,5	1499,5	2	1421,3		1	1364,2	
3	1498,9		3	1420,2		2	1363,7	
1	1497,5	nette	4	1412,2	comm.	3	1362,9	
3	1491,3	1491,3	0	1410,1		1	1362,4	
1	1489,4	nette	1	1409,0		4	1360,0	diff.
6	1486,4	1486,4	2	1406,6		0	1357,8	
1	1482,3	nette	2	1402,0		0	1355,6	
3	1478,6	1479,0	2	1395,8		1	1354,3	t. diff.
5	1477,5	1477,5	3	1395,1		1	1353,1	
5	1473,5	1473,9	1	1391,4		1	1350,3	double?
1	1472,1	nette	1	1390,5		1	1348,0	
2	1465,8	1466,1	2	1389,8		1	1346,4	
3	1464,3	1464,5	2	1387,6	diff.	2	1343,5	
5	1456,8	1457,3	0	1381,0		0	1340,3	dout.
5	1451,0	1451,3	2	1379,5	nette	1	1339,0	
5	1445,3	1445,4	2	1377,8	renv.	1	1333,2	diff.
1	1442,7	1443,2 nette	0	1375,3		1	1331,8	diff.
0	1441,9		2	1374,8		1	1330,2	diff.
3	1439,3	diff.	3	1373,9		3	1328,3	
1	1436,4		0	1372,9	diff.	1	1326,7	
1	1434,1		0	1371,8		1	1325,6	
3	1432,4		1	1370,8	diff.	1	1324,6	
2	1430,4		2	1369,7		2	1323,4	comm.?
2	1426,9		2	1368,3		1	1322,3	
2	1425,5		2	1867,1	double	1	1319,1	
2	1423,3		3	1365,9		2	1318,7	
0	1422,0		2	1364,6		2	1310,2	diff.

PHYSIQUE. — *Biréfringence électrique du camphre et de la carvone.* Note [1] de M. R. de Mallemann, présentée par M. Brillouin.

Nous avons montré, dans une Note précédente [2], que la mesure de la constante de Kerr des *corps optiquement actifs* ne pouvait pas être faite, en général, par le procédé habituellement employé pour les corps inactifs. Nous avons défini la biréfringence électromagnétique *vraie* d'un corps actif et indiqué les principes d'après lesquels cette grandeur devait être mesurée.

---

(1) Séance du 12 novembre 1923.

(2) *Comptes rendus*, t. 176, 1923, p. 380.

Nous donnons aujourd'hui quelques résultats, obtenus dans l'application de cette méthode.

Dispositif de mesure. — Le dispositif expérimental comprend : 1° une partie électrique; 2° une partie optique.

1° Les corps à étudier présentant des propriétés diélectriques assez variables et souvent médiocres, nous avons choisi un procédé d'électrisation permettant d'éliminer, autant que possible, l'influence perturbatrice de l'effet Joule. Nous avons utilisé, dans ce but, la méthode de « charges instantanées » établie par Pauthenier (1) en la modifiant légèrement, de façon à obtenir une lumière intense et plus strictement *monochromatique*. Le courant à haute tension, fourni par un transformateur (20000-40000 volts efficaces), est redressé au moyen d'un contact tournant (modèle radiographique); le condensateur principal ($\frac{1}{50}$ de microfarad) se décharge périodiquement sur le condensateur de Kerr et sur le condensateur d'éclairage : un petit ventilateur Rateau, mû électriquement, assure le soufflage de l'étincelle qui détermine le potentiel de charge. Les durées de charge adoptées pour les mesures, sont de l'ordre de 10^{-6} seconde : elles sont réglées par des résistances variables, associées aux différentes capacités.

2° L'étincelle éclairante éclate entre deux petits blocs d'*argent*, taillés en biseau. Nous avons choisi ce métal pour les raisons suivantes : le spectre de l'argent renferme une raie verte, indiquée comme très brillante, de longueur d'onde $0^{\mu},5465$; elle coïncide donc pratiquement avec la raie verte du mercure. Il est ainsi possible de faire tous les réglages optiques sur une source *fixe*, celle-ci étant constituée par une lampe à vapeur de mercure dont l'image diaphragmée est projetée par une lentille, dans l'intervalle exact des pointes d'argent du déflagrateur : il suffit ensuite d'éteindre l'arc au mercure et de faire jaillir l'étincelle pour observer une lumière monochromatique bien déterminée, sans avoir à déplacer les appareils. Le faisceau lumineux est décomposé par un prisme à CS^2; des diaphragmes appropriés isolent la raie 546 et assurent le parallélisme des rayons. Le polariseur est un prisme de Glazebrook, monté sur cercle divisé, et l'analyseur est l'appareil général de Chaumont, qui permet de déterminer le rapport et l'orientation des axes d'une vibration elliptique quelconque. Le champ est mesuré par la biréfringence du sulfure de carbone, dans un condensateur étalon fixe.

Résultats. — Nous avons étudié successivement plusieurs corps actifs; nous indiquerons aujourd'hui les résultats généraux obtenus pour le camphre et la carvone.

---

(1) PAUTHENIER, *Thèse*, Paris, 1920.

I. CAMPHRE EN SOLUTION DANS L'HEXANE (éther de pétrole léger).

Longueur du condurateur (corr.). $l_c = 100^{mm}$.
Intervalle des plateaux.......... $e = 4^{mm},55$.

Première solution :

$c = 24,5$, $\omega_{eff} = +17°,0$,
$V = 18500$ volts, $\varphi = +9°,8$.

Azimut α_0.	Ellipticités (γ) calculée.	Ellipticités (γ) observée.
°	° ′	° ′
0..	+1.17	+1.18
+30..	+4.36	+4.34
+45..	+4.29	+4.27

Deuxième solution :

$c = 37,6$, $\omega_{eff} = +25°,85$.
$V = 19200$ volts, $\varphi = +15°,8$.

Azimut α_0.	Ellipticités (γ) calculée.	Ellipticités (γ) observée.	Orientation (α) calculée.	Orientation (α) observée.
°	° ′	° ′	° ′	° ′
−30.....	−4.15	−4.18		
−11.30′..	+0.23	0...		
0......	+3.19	+3.10	−0.15	−0.17
+33.30′..	+7.37	+7.29		
+45.....	+6.51	+6.56	+0.36	+0.36

L'accord est ici très bon et nous pouvons conclure de la manière suivante :

Les solutions de camphre dans l'hexane vérifient remarquablement le principe de superposition de Gouy : tout se passe à peu près exactement (pour les champs étudiés) comme si la biréfringence vraie φ de la solution se superposait purement et simplement au pouvoir rotatoire normal ω.

De plus : *la biréfringence électrique du camphre est positive et sensiblement indépendante de la concentration.* (On sait qu'il en est de même de son pouvoir rotatoire.)

Ce résultat conduirait pour la constante de Kerr du camphre *pur* (¹) à la valeur

$$B = +159, \quad (CS^2 = +100), \quad \lambda = 0^{\mu},546.$$

II. La *carvone* possède une biréfringence électrique *positive* très supérieure, mais son étude est difficile, car ce liquide présente une conductibilité notable et persistante.

Cette étude est néanmoins intéressante, en raison de l'importance de la *rotation des axes* de l'ellipse. (Ces rotations ont dépassé 15° dans nos expériences.)

Nous avons fait plusieurs séries d'observations, chacune étant répétée et

(¹) Déduction faite de la biréfringence très faible de l'hexane que nous avons mesurée séparément.

contrôlée. Ne pouvant en donner ici le tableau faute de place, nous indiquerons seulement nos conclusions générales.

L'allure des phénomènes est encore exactement conforme aux formules déduites du principe de superposition : au point de vue quantitatif, il existe pourtant des écarts; en particulier, les rotations maxima des axes de l'ellipse ont toujours paru systématiquement supérieures aux rotations calculées.

Ces écarts systématiques semblent en outre nettement supérieurs aux erreurs d'expérience, bien que celles-ci soient notables en raison du fait signalé.

D'après la théorie moléculaire que nous avons développée ([1]), ces écarts doivent nécessairement apparaître pour les champs intenses ou les corps de grande biréfringence : dans ce cas, *l'orientation des molécules par le champ électrique serait suffisante pour rendre sensible l'anisotropie de leur activité optique* ([2]).

Il résulte enfin de nos mesures que la constante de Kerr de la carvone est approximativement

$$B = +730, \qquad (CS^2 = +100), \qquad \lambda = 0^{\mu},546.$$

RADIATION. — *Sur le changement de longueur d'onde accompagnant la diffusion des rayons X.* Note de M. **Edmond Bauer**, présentée par M. Jean Perrin.

I. Dans un travail récent ([3]), M. A. H. Compton a découvert un fait remarquable : lorsque des rayons X monochromatiques sont diffusés par du graphite, leur longueur d'onde augmente; cet accroissement est d'autant plus grand que le rayon diffusé s'écarte davantage du rayon incident.

M. Compton a donné de ce phénomène une théorie fondée sur l'hypothèse des *quanta de lumière*, véritable théorie d'*émission*, qui choque au plus haut point nos idées habituelles sur la nature de la lumière.

En voici le principe : les rayons incidents de fréquence ν_0 sont constitués par de véritables projectiles ou quanta, possédant chacun une énergie $h\nu_0$ et une quantité de mouvement $\frac{h\nu_0}{c}$, h étant la constante de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 427.

([2]) C'est avec intention que nous évitons de parler ici de l'anisotropie du *pouvoir rotatoire*. Pour préciser ce point, nous devons renvoyer à notre travail complet.

([3]) *Phys. Rev.*, juin 1923; cf. *Phil. Mag.*, t. 46, 1923, p. 897.

Planck et c la vitesse de la lumière. Lorsqu'un de ces projectiles rencontre un électron, il subit un choc; il est dévié de sa route, perd une certaine énergie, une certaine quantité de mouvement qui se communiquent à l'électron. Le calcul se fait, comme en mécanique, pour des boules élastiques, en appliquant les lois de conservation de l'énergie et de la quantité de mouvement.

La seule différence entre un quantum et un projectile ordinaire est qu'après le choc, le premier continue à franchir l'espace avec la vitesse invariable c. Les pertes d'énergie et de quantité de mouvement ne peuvent se traduire que par une diminution de fréquence : si le quantum, après le choc, prend une direction faisant un angle θ avec les rayons incidents, sa fréquence devient ν_θ, son énergie $h\nu_\theta$; sa quantité de mouvement $\frac{h\nu_\theta}{c}$ est un vecteur faisant un angle θ avec la quantité de mouvement initiale.

Un calcul que chacun refera aisément montre que ν_θ est plus petit que ν_0 : l'accroissement de longueur d'onde par diffusion est donnée par la loi *très bien vérifiée par l'expérience dans le cas du graphite*

$$(1)\qquad \delta\lambda = \lambda_\theta - \lambda_0 = \frac{h}{mc}(1-\cos\theta) = 0,0242.10^{-8}(1-\cos\theta),$$

où m est la masse de l'électron.

Le calcul suppose essentiellement que les forces qui relient l'électron considéré à l'atome sont assez faibles pour être négligées : *l'électron peut être considéré comme libre*. Cette hypothèse n'est valable que pour les éléments légers comme le graphite.

II. Il est facile de donner du même phénomène une autre théorie, toujours fondée sur l'hypothèse des quanta, mais cadrant un peu mieux avec nos habitudes.

Tout d'abord, on peut montrer que la théorie classique de la lumière prévoit un effet analogue dans le cas de la diffusion par les *électrons libres*.

Soit un train d'ondes de fréquences ν_0 rencontrant un électron. Ce dernier se trouve soumis, d'une part, au champ alternatif de l'onde, qui lui donne un mouvement de va-et-vient et, d'autre part, à la *pression de radiation* qui l'oblige à reculer, à fuir devant les ondes incidentes. Soit v sa vitesse à un instant donné.

D'après les formules classiques de l'effet Döppler les ondes incidentes ont, pour un observateur qui est lié à l'électron, non plus la fréquence ν_0, mais

$$\nu' = \nu_0\left(1 - \frac{v}{a}\right);$$

ν' représente encore, pour le même observateur, la fréquence du mouvement alternatif de l'électron et, par suite, des ondes secondaires qu'il envoie dans toutes les directions.

Un observateur immobile, qui reçoit les rayons diffusés dans un azimut θ, leur attribue une fréquence

$$\nu_\theta = \nu'\left(1 + \frac{v}{c}\cos\theta\right)$$

ou si $\frac{v}{c}$ est petit (condition de validité de ces formules)

$$\nu_\theta = \nu_0\left[1 - \frac{v}{c}(1 - \cos\theta)\right]$$

et enfin

(2) $$\delta\lambda = -\frac{c\,\delta\nu}{\nu_0^2} = \frac{v}{\nu_0}(1 - \cos\theta),$$

formule analogue à (1).

Mais si la théorie classique était vraie, la pression de radiation communiquerait à l'électron un mouvement accéléré, v partirait de zéro pour atteindre une valeur limite, la raie ne serait pas déviée dans son ensemble, mais seulement estompée du côté des grandes longueurs d'onde, ce qui est contraire à l'expérience.

Il faut donc introduire les quanta par une hypothèse complémentaire.

(2) coïncidera avec (1) si nous faisons $v = \frac{h\nu_0}{cm}$ ou

(3) $$mv = \frac{h\nu_0}{c};$$

l'électron absorbe, avant de vibrer, toute la quantité de mouvement du train d'ondes incident.

III. Il est impossible de dire actuellement laquelle des deux théories proposées correspond le mieux à la réalité. Celle de Compton, plus radicale, est peut-être préférable. Mais il m'a semblé en tout cas utile de montrer que les phénomènes nouveaux, si étranges qu'ils paraissent au premier abord, vérifient, comme tous ceux que l'on connaît, le principe de correspondance de Bohr, correspondance entre les faits prévus par la théorie des quanta et les conséquences de la théorie classique, correspondance d'autant plus étroite que la période des phénomènes est plus grande, mais fort nette encore pour les très grandes fréquences étudiées par Compton (λ 0,63 Å).

ÉLECTRICITÉ. — *Une méthode particulièrement simple permettant de déterminer expérimentalement la réactance de dispersion des alternateurs triphasés.* Note de M. **Jean Fallou**, présentée par M. Paul Janet.

Les méthodes utilisées généralement pour mesurer la réactance de dispersion des alternateurs sont d'un usage toujours délicat, souvent même impraticable lorsqu'il s'agit de grosses unités installées dans les stations centrales.

Je veux démontrer ici que cette réactance de dispersion peut être calculée très facilement et avec précision lorsqu'on dispose de trois caractéristiques de l'alternateur, à savoir :

1° La courbe des intensités de courant dans l'induit en fonction de l'intensité dans l'inducteur pour la marche en court circuit triphasé ;

2° Cette même courbe dans la marche en court circuit monophasé (deux phases en court circuit) ;

3° La caractéristique à vide.

En effet :

Soit n le nombre de conducteurs par pôle et par phase de l'induit.

Soit K un coefficient dont la valeur importe peu ici et qui dépend de la forme des pôles, du nombre d'encoches, de la forme du bobinage, etc.

Lorsque l'induit est le siège d'un courant I, le nombre d'ampères-tours maxima par pôle et par phase est

$$\mathrm{K}n\mathrm{I}\sqrt{2}.$$

En fonctionnement triphasé le nombre d'ampères-tours constituant la force magnétomotrice du champ tournant est donc

$$\mathrm{A}_3 = \mathrm{K}n\mathrm{I}\sqrt{2}\,\frac{3}{2}.$$

En fonctionnement monophasé, chaque enroulement développe $\mathrm{K}n\mathrm{I}\sqrt{2}.\frac{1}{2}$ ampères-tours démagnétisants, et comme les deux bobinages en série sont décalés dans l'espace de 120° (angle électrique) les ampères-tours résultants sont

$$\mathrm{A}_1 = \mathrm{K}n\mathrm{I}\sqrt{2}.\frac{\sqrt{3}}{2},$$

d'où une première relation générale

$$\frac{A_3}{A_1} = \sqrt{3},$$

ou, en passant aux courants d'excitation correspondants,

$$\frac{J_3}{J_1} = \sqrt{3}.$$

D'autre part, appelons s la réactance de dispersion d'une phase, et supposons, pour garder toute sa rigueur au calcul, que les bobinages des trois phases sont parfaitement symétriques.

En triphasé, la chute inductive de tension entre bornes est $sI\sqrt{3}$.

En monophasé, cette même chute de tension est $2sI$.

En appelant j_3 et j_1 les courants d'excitation correspondants,

$$\frac{j_3}{j_1} = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

Considérons maintenant les deux caractéristiques en court circuit. Pour un même courant d'induit I, on relève

$$\left.\begin{matrix} M \\ N \end{matrix}\right\} \text{ampères d'excitation dans le cas du court circuit } \left\{\begin{matrix} \text{triphasé,} \\ \text{monophasé.} \end{matrix}\right.$$

Or

$$M = J_3 + j_3 \quad \text{et} \quad N = J_1 + j_1.$$

On tire de là

$$J_3 = 2M - N\sqrt{3},$$
$$j_3 = N\sqrt{3} - M.$$

Connaissant j_3 on obtient s sans difficulté au moyen de la caractéristique à vide.

Appliquée à un turbo-alternateur de 40000 kv-a, cette méthode nous a conduit au résultat

$$s = 0,20 \text{ ohm par phase},$$

tandis qu'un oscillogramme de mise en court circuit brusque nous avait fourni la valeur très voisine

$$s = 0,195 \text{ ohm}.$$

RADIOACTIVITÉ. — *Dosage du radium dans les titano-niobates naturels.* Note de MM. **Adrien Karl** et **S. Lombard**, présentée par M. G. Urbain.

Le dosage du radium s'effectue généralement en mesurant la quantité d'émanation produite pendant un temps déterminé, par des solutions aqueuses de chlorures ou de nitrates.

Pour mesurer la quantité de radium contenue dans un minéral, on le solubilise et on l'entraîne avec un excès de sel de baryum, à l'aide de traitements chimiques convenables.

La méthode d'attaque du minéral varie suivant sa composition, ainsi que la purification de la solution radifère. Celle-ci doit être rigoureusement exempte de matières insolubles, qui retiendraient de l'émanation.

La mise en solution de certains minerais, tels que l'autunite, la chalcolite, la carnotite, ne présente aucune difficulté, le radium qu'ils renferment est en général directement et entièrement soluble dans les acides chlorhydrique ou nitrique.

Il n'en est pas de même pour la plupart des minerais radioactifs du type titano-niobates ou titano-tantalo-niobates, renfermant de l'urane et des terres rares, tels que les euxénites, bétafites, samarskites, fergusonites, etc., qui exigent des traitements chimiques qui ne sont pas des opérations courantes.

La plupart des minerais envisagés sont attaquables par fusion avec du bisulfate de potasse. Or les acides titanique, tantalique et niobique, ainsi que l'urane et les terres rares donnent au rouge, avec ce sel, une matière fondue, parfaitement limpide, qui ne se trouble pas, même si l'on chasse une grande partie des vapeurs blanches d'anhydride sulfurique. Le bisulfate dissout également les sulfates de radium et de baryum dans la proportion d'environ 2,5 pour 100. Par contre, il ne dissout que de faibles quantités de silice.

Enfin, la masse fondue et portée à une température convenable pour être liquide, ne retient pas trace d'émanation, lorsqu'on entraîne ce gaz à l'aide d'un courant d'air.

Le dosage du radium peut donc se faire en opérant de la façon suivante :

Le minerai porphyrisé est traité par l'acide fluorhydrique, dans une capsule de platine. On chauffe pour éliminer la silice et l'acide en excès. Le résidu sec est porté à fusion avec du bisulfate de potasse et la température de la masse fondue est élevée

progressivement jusqu'au rouge. On prolonge la fusion jusqu'à élimination d'une grande partie des vapeurs blanches.

Après refroidissement, on ajoute du sulfate de soude, en proportion convenable pour obtenir un mélange eutectique plus fusible. L'addition de sulfate de lithium permet d'abaisser encore le point de fusion. La matière est de nouveau portée au rouge et mélangée par agitation, puis abandonnée au refroidissement; elle se détache spontanément de la capsule et se brise en plusieurs fragments. On l'introduit dans un gros tube à essai en verre Pyrex, que l'on ferme avec un bouchon de caoutchouc traversé par deux tubes de verre Pyrex, constituant ainsi un barboteur.

Le mélange est fondu à la flamme d'un brûleur Bunsen. A la température de 550° ou 600°, il est parfaitement fluide et limpide. On le prive d'émanation par un courant d'air.

Lorsqu'on veut entraîner ce gaz dans l'appareil de mesure, il est nécessaire de placer à la sortie du barboteur un tube de verre contenant de la chaux sodée maintenue vers 150°, qui retient les vapeurs acides entraînées.

Les résultats obtenus par cette méthode ont été comparés avec ceux que donne la voie humide. Ils sont plus concordants et plus précis.

Ce mode de dosage a été appliqué à un certain nombre de minéraux radioactifs de Madagascar tels que l'euxénite, la betafite, la samarskite, la samisérite, la blomstrandite et la fergusonite.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Structure des molécules et spectres d'absorption des corps à l'état de vapeur.* Note (¹) de M. **Victor Henri**, présentée par M. J. Perrin.

Le spectre d'absorption d'un corps est déterminé par le passage de ses molécules de l'état normal d'énergie E_0 à un autre état, appelé *activé* ou *sensibilisé* ou *critique* (Perrin), d'énergie supérieure E'. D'après le deuxième postulat de Bohr, la fréquence $\nu' = \frac{E' - E_0}{h}$ provoque cette activation; elle sera donc absorbée.

Le mécanisme de l'activation d'une molécule se ramène à des changements des mouvements des électrons, des atomes ou groupes d'atomes, et de la molécule entière. Nous distinguons trois sortes d'activation : *électronique*, *atomique* et de *rotation moléculaire*.

Étant donné que, même dans les atomes les plus compliqués, les mouvements des électrons sont quantifiés, on doit admettre que dans les molé-

(¹) Séance du 12 novembre 1923.

cules les changements des mouvements électroniques se produisent d'une façon discontinue.

La plus faible valeur de l'énergie d'activation des atomes isolés varie entre 33400^{cal} (Cs) et 485000^{cal} (He) par atome-gramme; nous pouvons admettre que l'énergie d'activation électronique des molécules doit être supérieure à 30000^{cal} par molécule-gramme; on a donc pour la fréquence des bandes correspondantes $\frac{1}{\lambda} > \frac{30000}{2,85}$ cm^{-1}, c'est-à-dire $\lambda < 9500$ Å; les bandes d'absorption dues à l'activation électronique se trouvent dans le visible ou l'ultraviolet.

Les changements des mouvements de vibration des atomes ou groupes d'atomes se produisent soit d'une façon continue, soit discontinue — quantifiée. La variation est continue lorsque les atomes ou groupes d'atomes, qui vibrent les uns par rapport aux autres, sont des systèmes électriquement neutres. Ils sont quantifiés lorsque ces atomes ou groupes d'atomes sont *hétéropolaires*, la molécule est polarisée, c'est le cas de l' « ionisation intramoléculaire » de J.-J. Thomson.

La fréquence des vibrations atomiques est comprise entre 50 et 1000 cm^{-1}; l'énergie d'activation atomique est donc comprise entre 150 et 3000^{cal} par molécule-gramme; les bandes dues aux activations atomiques seules se trouvent dans l'infrarouge moyen.

La vitesse de rotation moléculaire ω peut varier soit d'une façon continue, soit discontinue — quantifiée. Lorsque la molécule est hétéropolaire et constitue un système rigide, cette vitesse sera quantifiée; on aura $\omega = \frac{m.h}{2\pi.\mathfrak{J}}$, m étant un nombre entier, $\mathfrak{J}$ le moment d'inertie de la molécule.

On aura donc

$$E_0 = \frac{m_0^2 h^2}{8\pi^2 \mathfrak{J}_0} \quad \text{et} \quad E' = \frac{m'^2 h^2}{8\pi^2 \mathfrak{J}'}, \quad \text{avec } m' = m_0, m_0 + 1, m_0 - 1.$$

La fréquence de rotation est de l'ordre de quelques unités en cm^{-1}; l'énergie d'activation de rotation moléculaire est de l'ordre d'une dizaine de calories par mol-gr.; le spectre de rotation se trouve dans l'infrarouge extrême.

Lorsque la molécule est électriquement neutre, ou lorsqu'elle constitue un système plastique, facilement déformable, sans moment d'inertie fixe, la vitesse de rotation pourra varier d'une façon continue.

La combinaison de ces différents cas permet d'établir trois types de spectres d'absorption. Nous avons étudié avec MM. Braunholtz, Castille,

Grosmann, Klingstedt, Lardy, Laszlo, Luthy, Kuhn, Menczer, Muhr, Teves et Walter, les spectres d'absorption des vapeurs de près de 100 corps différents.

Premier type : Quantification triple. — Les mouvements électroniques, atomiques et de rotation moléculaire sont tous quantifiés. Le spectre se compose de plusieurs groupes de bandes (activation électronique), chaque groupe est formé d'une ou plusieurs séries de bandes (activation atomique) et chaque bande se décompose en une ou plusieurs séries de raies fines (activation de rotation moléculaire) très rapprochées.

La loi de distribution est donnée par la formule

$$\frac{1}{\lambda} = \left.\begin{matrix} A \\ B \\ C \\ \vdots \end{matrix}\right\} + n.a + \ldots + p.b + \ldots + q.c + \ldots \pm 2\alpha.m + \beta.m^2.$$

A, B, C, ... correspondent aux différentes activations électroniques, a, b, c, ... sont les fréquences des vibrations atomiques; α permet de calculer le moment d'inertie de la molécule et β la variabilité du moment d'inertie; n, p, q, m sont des nombres entiers positifs ou négatifs.

Exemples : vapeur de soufre depuis 200° jusqu'à 1000°; CS^2, SO^2, $COCl^2$, glyoxal, acroléine, cétène; benzène et ses monodérivés contenant les groupes CH^3, NH^2, OH, Cl, Br; le paraxylène; la pyridine; etc.

Deuxième type : Quantification double. — Les mouvements électroniques et de vibration atomique sont quantifiés, tandis que la vitesse de rotation moléculaire peut varier d'une façon continue. Le spectre se compose de plusieurs groupes, chaque groupe est formé de séries de bandes étroites (2 à 5 Å), mais ces bandes sont continues, elles ne se décomposent pas en raies fines.

Exemples : NH^3, CH^3NH^2, $C^2H^5NH^2$, thiophène, furane, pyrrol, diacétyle, aldéhyde crotonique; les monodérivés du benzène contenant les groupes COOH, COH, $COCH^3$, $NHCH^3$; une série de dérivés contenant deux noyaux benzéniques : naphtalène, $C^6H^5.CH^2.C^6H^5$, $C^6H^5.CH^2.CH^2.C^6H^5$, $C^6H^5.CO.CO.C^6H^5$, etc.

Troisième type : Quantification simple. — Les mouvements électroniques sont quantifiés, tandis que les autres mouvements varient d'une façon continue. Le spectre d'absorption est formé de plusieurs bandes larges parfaitement continues.

Exemples : H^2S, COS; tous les corps contenant : un carbonyle CO (cétones, aldéhydes saturés); un carboxyle COOR (acides, éthers saturés);

un groupe éthylénique; les corps contenant deux des groupes précédents en position β ou γ; les corps où ces groupes sont en position α, mais où les groupes saturés substitués sont compliqués; une série de corps à deux noyaux benzéniques tels que :

$$C^6H^5—C^6H^5, \quad CH^2=C.(C^6H^5)^2, \quad C^6H^5.NH.C^6H^5,$$
$$C^6H^5.N=N.C^6H^5, \quad \ldots.$$

L'ensemble de ces résultats apporte des renseignements relatifs à la grandeur, à la structure et à la stabilité des molécules. Nous sommes amenés à introduire dans les formules chimiques la notion de polarité électrique; on écrira par exemple pour le glyoxal $H.\overset{+}{C}O.\overset{-}{C}O.H$, pour l'acroléine $H^2\overset{+}{C}=CH.\overset{-}{C}O.H$, etc.

L'étude de la structure fine des bandes indique si la molécule est un système rigide (benzène, chlorure de benzène, acroléine, etc.) ou un système plastique (amines, etc.); dans le premier cas l'existence d'une seule valeur du moment d'inertie (benzène) indique que la molécule est symétrique; l'existence de deux valeurs de δ (exemple chlorure de benzène) indique une asymétrie. Lorsque δ' est différent de δ_0 (exemple acroléine) la molécule est déformable ou labile.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la diffusion de la vapeur de soufre, dans l'air, à la température ordinaire.* Note de M. **Chavastelon**, présentée par M. A. Haller.

Si l'on dépose sur des lames d'argent, de cuivre, de plomb, découpées mécaniquement, de petits fragments brillants, de soufre, obtenus par concassage de soufre en canons, donc irréguliers, à la lumière et à l'obscurité complète, on observe d'abord un brunissement du métal autour des fragments de soufre et dans leur voisinage immédiat, puis la zone brune passe au noir et s'étend. Les parties les plus voisines du centre restent plus colorées que la périphérie, formant auréole. Le maximum de netteté est obtenu avec l'argent.

Après 6 mois, dans l'obscurité complète, à la température à peu près constante de + 12° C., pour des fragments dont le diamètre moyen a varié de $1^{mm},4$ à 3^{mm}, le diamètre des taches était compris entre $3^{mm},5$ et $6^{mm},3$. Le rapport $\frac{\text{diamètre des taches}}{\text{diamètre des fragments}} = 2,2$ en moyenne.

A la lumière, durant la même période, d'avril à octobre, aux températures comprises entre + 12° et 30° C., le rapport précédent a été de 4,3 en moyenne.

La coloration des lames d'argent est due, à la lumière comme à l'obscurité, aux vapeurs de soufre qui, jusque vers 30°, produites en petites quantités, sont, au fur et à mesure, fixées par le métal et semblent localisées à faible distance autour des fragments.

Le phénomène reste le même si l'on supprime le contact immédiat du soufre avec le métal, soit en laissant un vide de $0^{mm},5$ à 1^{mm} autour du fragment de soufre, soit en l'isolant par une gouttelette de paraffine. Une variante consiste à placer, au-dessus de fragments de soufre distribués sur une lame de verre, une lame d'argent, de manière que les distances soient comprises entre 0^{mm} et $1^{mm},5$ et encore en renversant le dispositif, les fragments de soufre étant fixés par une mince couche de paraffine sur la face inférieure de la lame supérieure.

Dans les deux cas, fragments de soufre au-dessus ou au-dessous de la lame d'argent ont apparu, plus ou moins vite, des taches noires pour lesquelles le rapport $\frac{\text{diamètre de la tache}}{\text{diamètre du fragment}}$ était, au bout de 6 mois, de 4 en moyenne.

Pour une plus longue durée de l'expérience, d'octobre 1922 à octobre 1923, à des températures ayant varié de + 12° à + 50°, le rapport précédent a varié de 5 à 7. Les distances auxquelles les vapeurs, plus abondantes, par suite de l'élévation de la température, agissent sur l'argent, représentent 3 à 4 fois le diamètre approximatif des fragments de soufre.

La sulfuration de l'argent se produisant hors de tout contact avec le soufre, à la lumière ou à l'obscurité, dans toutes les directions de l'espace, on peut dire que les vapeurs émises par le soufre ne se diffusent, dans l'air, qu'à des distances bien faibles, variant, jusqu'à 50°, avec la température, de 1,5 à 4 fois le diamètre approximatif des fragments de soufre.

D'autres expériences en cours conduisent à la même interprétation.

CHIMIE MINÉRALE. — *De la métallisation des organismes.*

Note [1] de M. **N.-D. Zelinsky**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le phénomène de métallisation que je vais décrire a été découvert au cours de recherches que j'ai entreprises sur la constitution chimique de l'organisme, en soumettant à l'analyse des animaux entiers.

---

(1) Séance du 12 novembre 1923.

Je me suis adressé à de petits insectes dont le poids variait de $0^g,1$ à 1^g et un peu au delà. Les abeilles, dont on pouvait mettre plusieurs exemplaires à la fois dans le tube à combustion, se sont prêtées d'une façon particulière à l'expérience.

C'est en faisant le dosage de l'azote d'après le procédé de Dumas que j'ai eu la bonne fortune de découvrir le phénomène de métallisation.

L'abeille, ou tout autre petit animal, placée dans une nacelle de platine, est recouverte d'une couche d'oxyde de cuivre finement broyé. Le tout est introduit dans un tube à combustion ouvert à ses deux extrémités. Dès que l'air est chassé par l'acide carbonique, on procède à la combustion. Celle-ci terminée, on refroidit le tube dans l'atmosphère de CO^2 et l'on retire la nacelle.

On constate alors, sous la couche d'oxyde de cuivre en partie réduit, la présence d'un organisme métallisé ayant conservé ses dimensions, ses caractères morphologiques jusqu'aux moindres détails. Toute la surface de l'animal est recouverte d'une mince pellicule de cuivre métallique. On a l'impression d'être en présence d'un objet en métal, ciselé avec beaucoup d'art. Lorsqu'on le casse, on constate que la substance organique n'a pas subi de combustion complète : on trouve notamment sous la couche de cuivre une masse noire, sorte de produit de distillation sèche, qui rappelle le coke. En plus du carbone, cette masse renferme de l'azote et une faible quantité d'hydrogène.

L'analyse montre que l'abeille métallisée renferme 36,89 pour 100 de carbone, 1,74 pour 100 d'hydrogène, 2,68 pour 100 d'azote; en plus, l'examen complémentaire a montré que l'abeille desséchée renfermait 9,5 pour 100 de cendres.

La partie métallique représente donc 48,84 pour 100 (100 — 51,16) de l'insecte métallisé. Ce dernier, comme nous l'avons déjà indiqué, montre tous les détails de sa structure avec la plus grande netteté. Ainsi, dans le cas de la larve de Dytique, on distingue très bien sa grosse tête munie d'antennes, sa mâchoire si caractéristique, ses cavités oculaires, ses arceaux frontaux, ses trois paires de pattes couvertes de poils fins, le tout revêtu d'une mince couche de cuivre.

Il va sans dire que les plus petits insectes, de la dimension d'une tête d'épingle, se présentent aussi, après métallisation, avec leurs caractères individuels de structure.

Les téguments de certaines blattes, d'un dessin si fin, conservent toutes leurs particularités. La couche de métal qui les recouvre est si égale que

l'on croirait que l'animal, faisant office d'électrode négative, avait été immergé dans un bain galvanoplastique.

Le cuivre qui se dépose sur l'organisme vivant revêt, cela va sans dire, un caractère différent de celui qu'il offre d'ordinaire dans la nature. On dirait qu'on est en présence d'une pseudomorphose pour ainsi dire mécanique de cuivre, laquelle n'a d'ailleurs rien de commun avec le substratum dont il épouse la forme; tel serait le cas du quartz se déposant sur la calcite.

Quant au mécanisme de la métallisation, nous croyons que l'oxyde de cuivre, en se sublimant à 400°-500°, pénètre dans les couches superficielles des tissus, les minéralise, en se substituant aux éléments organiques de ces derniers, les parties organiques étant brûlées par l'oxygène de l'oxyde de cuivre.

Rien ne s'oppose, semble-t-il, à ce qu'on arrive à métalliser dans des conditions analogues des animaux de grande taille et même des corps humains.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'azote ammoniacal dans certaines matières azotées et particulièrement dans les matières protéiques et leurs produits de dédoublement.* Note de M. J. **Froidevaux**, présentée par M. Lindet.

La mise en liberté de l'azote ammoniacal en présence des matières organiques azotées, qu'elle soit obtenue à la température ordinaire sous l'action des alcalis, ou bien qu'elle se produise à une température plus élevée par l'intermédiaire des alcalis ou des alcalino-terreux, provoque presque toujours en même temps une hydrolyse très appréciable de l'azote organique.

Dans le but d'éviter les causes d'erreurs plus ou moins importantes qui en sont les conséquences, nous avions proposé une méthode, peut-être un peu lente, mais qui nous a donné des résultats très voisins des chiffres théoriques [1]; nous avons donc été amené dans la suite à rechercher un autre mode opératoire d'exécution plus rapide. Les deux procédés se complètent mutuellement, le premier étant susceptible de suppléer le second dans quelques cas particuliers où ce dernier ne serait pas applicable.

Pour cette nouvelle étude, nous utilisons la méthode connue qui est basée

---

[1] *Comptes rendus*, t. 174, 1922, p. 1238.

sur la mise en liberté de l'azote ammoniacal et son entraînement par distillation en présence d'un alcali, en lui faisant subir une modification qui consiste à maintenir le milieu où se produit la réaction, dans un état de concentration constant, afin d'obtenir également une action hydrolysante constante du réactif libérateur de l'azote ammoniacal sur la molécule azotée.

Il sera facile, dès lors, de suivre la marche des phénomènes qui se succèdent, et pour déterminer la quantité d'azote ammoniacal, il suffira de procéder aux opérations suivantes :

1° Mise en liberté et entraînement par distillation de l'azote ammoniacal à la température de l'ébullition en présence de carbonate de lithium, proposé déjà par M. A. Leclère.

2° Le liquide qui passe à la distillation est recueilli, au fur et à mesure de sa condensation, dans un certain nombre de flacons gradués et numérotés, qui renferment un volume déterminé de liqueur acide de titre connu.

3° Ce liquide est remplacé constamment, au cours de son entraînement, par un égal volume d'eau distillée, qui s'écoule dans le ballon distillateur au moyen d'une éprouvette graduée (munie d'un robinet) surmontant celui-ci. Le ballon lui-même plonge dans un bain de $CaCl^2$, dont la concentration est telle que son point d'ébullition reste à + 110°.

4° Titrage du liquide distillé, recueilli et mesuré avec soin dans chaque flacon.

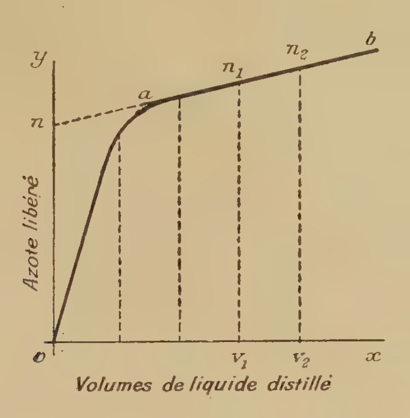
L'azote ammoniacal se dégage entièrement au début de la distillation, il n'influence pas la libération de l'azote hydrolysé provenant de la dégradation de la molécule azotée, ce dernier se dégageant plus lentement à une vitesse uniforme dès le commencement de l'opération.

Si l'on figure par un graphique, les phases sucessives des phénomènes qui se succèdent, et qu'on porte en ordonnées les quantités trouvées d'azote (azote ammoniacal + azote organique hydrolysé), en abscisses les volumes correspondants de liquide distillé recueillis dans chaque flacon, la forme générale de la courbe sera représentée par le tracé ci-contre.

La partie *oa* correspond à une perte simultanée d'azote ammoniacal et d'azote organique, la partie *ab* à une perte d'azote organique hydrolysé. Au point *a*, la libération de l'azote ammoniacal est entièrement achevée. La pente de la partie *ab* indique la vitesse de dégagement de l'azote organique seul. La droite *ab* prolongée donne donc, par son intersection avec l'axe des ordonnées, la quantité d'azote ammoniacal contenue dans la matière azotée.

Soient n_1 et n_2 les quantités d'azote total dosé, lorsque les volumes v_1 et v_2 ont été

recueillis à la distillation, nous les choisissons suffisamment grands pour que n_1 et n_2 soient sur la partie ab; on reconnaît qu'on a dépassé le point a lorsque les dégage-



ments d'azote hydrolysé sont proportionnels aux volumes distillés. Un calcul simple conduit rapidement à la valeur de $\overline{on}$ (azote ammoniacal). La droite ab a pour équation

$$y - n_2 = \frac{n_2 - n_1}{v_2 - v_1}(x - v_2);$$

cette droite rencontre l'axe oy en un point d'ordonnée

$$y = \boxed{\overline{on} = n_2 - \left(v_2 \frac{n_2 - n_1}{v_2 - v_1}\right)}$$

$n_2 - n_1$ est la quantité d'azote hydrolysé dosée dans le dernier flacon; $v_2 - v_1$ est le volume de liquide distillé recueilli dans ce flacon.

Voici quelques-uns des résultats que nous avons obtenus en appliquant ces principes :

Corps mis en expérience (sur $0^g,5$).	Azote ammoniacal [sous forme de $SO^4(NH^4)^2$] ajouté.	trouvé.	Corps mis en expérience (sur $0^g,5$).	Azote ammoniacal [sous forme de $SO^4(NH^4)^2$] ajouté.	trouvé.
Ovoalbumine...	g 0,0265	g 0,0265	Phénylalanine...	g 0,0159	g 0,0158
Caséine........	0,0212	0,0211	Tyrosine........	0,0318	0,0319
Peptone........	0,0159	0,0158	Tryptophane....	0,0053	0,0056
Glycocolle.....	0,0424	0,0426	Urée...........	0,0424	0,0419
Leucine.......	0,0053	0,0055	Créatine........	0,0265	0,0260
Asparagine....	0,0212	0,0210	Acide urique....	0,0318	0,0317

Cependant les composés à fonctions azotées ne se comportent pas tous

comme les corps qui sont énumérés dans ce Tableau : le chlorhydrate de monométhylamine, amine à radical alcoolique, réagit lorsque l'on emploie indifféremment l'un ou l'autre des deux procédés, comme les sels ammoniacaux proprement dits. La diphénylamine, amine à résidu phénolique, est entraînée à la distillation presque sans décomposition, mais l'ammoniaque pourra être dosée dans ce corps par le procédé de la soude à froid. Avec l'oxamide un des groupes NH^2 est libéré pendant la distillation, à la même vitesse que l'azote ammoniacal, l'autre groupe est hydrolysé beaucoup plus lentement; il faudra donc, pour doser l'ammoniaque dans l'oxamide, déterminer au préalable la quantité d'azote total; par contre, la méthode basée sur l'action de la soude à la température ordinaire est inapplicable.

En poursuivant cette étude, nous avons eu surtout pour but de contribuer à résoudre ce problème délicat qui est le dosage de l'azote ammoniacal en présence des protéines et de leurs produits de dédoublement, problème qui présente un intérêt pratique immédiat, principalement en ce qui concerne la chimie biologique, la recherche des altérations dans les matières alimentaires et certaines questions de chimie agricole et industrielle. Nous croyons aussi que le dosage de l'azote ammoniacal dans un grand nombre d'autres corps appartenant à la fonction azotée pourra être exécuté, si l'on applique judicieusement à cette détermination l'un des modes opératoires que nous avons proposés.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la dispersion de biréfrigérence dans les cristaux.* Note de M. C. **Gaudefroy**, présentée par M. F. Wallerant.

Si l'on dispose entre nicols croisés un biseau cristallin éclairé en lumière blanche, de manière que le faisceau incident soit normal à la face d'entrée, on observe, en mettant au point sur la face d'émergence, une échelle chromatique qui, en général, est voisine de celle de Newton; mais le but de cette Note est de montrer qu'il n'en est pas toujours ainsi.

Pour comparer les teintes de deux échelles différentes, chaque point situé sur la face d'émergence d'un biseau peut être défini par sa distance à l'arête, calculée en prenant l'ordre pour unité, c'est-à-dire la distance de deux franges sombres consécutives, observées sur le biseau, lorsqu'on l'éclaire en lumière monochromatique de longueur d'onde λ_j, celle du jaune moyen, par exemple.

Les teintes observées sur diverses échelles en des points d'abscisses égales diffèrent surtout par le degré de vivacité.

La comparaison des échelles réelles avec celle de Newton conduit aux remarques suivantes :

1° L'extension totale des échelles chromatiques, c'est-à-dire le nombre d'ordres couverts par les teintes depuis l'arête jusqu'au blanc d'ordre supérieur, est variable. Certaines échelles sont *restreintes*, ou plus courtes que celle de Newton (anatase), d'autres sont *surétendues* [muscovite, biseau p (001)].

2° La région des teintes vives, qui va, comme on sait, de l'orangé du premier ordre au vert du troisième, dans l'échelle de Newton, commence et se termine plus près de l'arête dans les échelles restreintes, plus loin de l'arête dans les surétendues.

3° Les échelles les plus étendues montrent, aux premiers ordres, des franges alternativement blanches et sombres, *quasi achromatiques*, et, aux derniers ordres distincts, des franges de teintes complémentaires : le carbonate d'argent ammoniacal [1] [biseau h^1 (100) ou g^1 (010)] montre plus de 35 ordres distincts en lumière blanche.

4° En appelant *directe* la suite des couleurs du spectre lorsque la longueur d'onde croît, la plupart des échelles chromatiques présentent, comme celle de Newton, la suite *directe*, mais il existe des échelles qui présentent la suite *inverse* [sel de Seignette ammoniacal, biseau p (001); idocrase]. Assimiler une teinte de suite inverse à une teinte analogue de l'échelle de Newton conduirait à des erreurs sur le signe optique, puisque la suite des teintes dites montantes dans l'échelle de Newton est descendante dans l'autre.

Ces observations peuvent être prévues par une étude générale de la dispersion de biréfringence [2].

D'abord, si l'on admet que le blanc d'ordre supérieur apparaît sur différents biseaux en des points où un même nombre de radiations sont éteintes dans le faisceau émergent, on peut calculer l'extension relative ε d'une échelle, c'est-à-dire le rapport de son extension à celle de l'échelle de Newton à l'aide de l'équation suivante :

$$\varepsilon = \frac{1}{\lambda_j \,|\Phi'_j|}, \tag{1}$$

où λ_j est la moyenne géométrique entre les longueurs d'onde extrêmes,

---

(1) *Bulletin de la Soc. Franç. de Minéralogie*, janvier 1923.

(2) Le développement et la discussion en seront donnés dans un autre Recueil.

rouge et violette, $\lambda_j = \sqrt{\lambda_R \lambda_V}$, et où

$$\Phi' = \frac{n'_1 - n'_2}{n_1 - n_2} - \frac{1}{\lambda}, \tag{2}$$

$n_1 - n_2$ étant la biréfringence et $n'_1 - n'_2$ sa dérivée. Φ'_j est la valeur particulière que prend Φ' au voisinage de la longueur d'onde λ_j.

Cette expression ε de l'extension n'est qu'approximative. De plus, elle n'est légitime que lorsque Φ' ne passe pas par les valeurs zéro ou infini.

Par cette formule, on trouve, pour le quartz : $\varepsilon = 0,90$; pour la calcite : $\varepsilon = 0,83$.

La discussion de l'équation (1) permet de rendre compte des observations signalées en deuxième lieu, si l'on admet que les teintes sont vives lorsqu'elles réalisent les deux conditions suivantes : d'abord l'analyse de ces teintes au spectroscope doit montrer une seule cannelure brillante ou sombre; puis, les radiations les plus intenses doivent former une bande aussi étroite que possible.

On peut montrer en particulier que la première teinte du premier ordre qui, dans l'échelle de Newton, est violet bleuâtre très sombre devient plus vive dans les échelles restreintes (vérifié dans le dithionate de strontium); et insensible dans les échelles surétendues (brucite).

Lorsque Φ' passe par la valeur zéro pour une longueur d'onde du spectre visible, on montre que l'échelle doit être quasi achromatique, avec d'autant plus de netteté que cette longueur d'onde est plus voisine de λ_j.

Le signe de Φ' s'interprète ainsi : $\Phi' < 0$ correspond aux échelles directes et $\Phi' > 0$ aux inverses.

En outre, on peut prévoir que si Φ' croît indéfiniment, l'extension ne décroît pas jusqu'à zéro, mais s'arrête à un minimum défini par le point où le retard est $\frac{\lambda_R}{2}$ pour les échelles directes, $\frac{\lambda_V}{2}$ pour les inverses. Dans le premier cas, le violet domine dans l'échelle, à l'exclusion du rouge; dans le deuxième cas, c'est le rouge qui domine, à l'exclusion du violet.

GÉOLOGIE. — *Recherches de Géologie sous-marine en Méditerranée (croisière du « Pourquoi-Pas? » 1923).* Note de MM. **Charcot** et **Louis Dangeard**, présentée par M. Émile Haug.

De multiples recherches de géologie sous-marine ont été entreprises à bord du *Pourquoi-Pas?* d'abord sur les bancs de Rockall et du Porcupine

et en Manche (1921, 1922, 1923), puis dans le bassin occidental de la Méditerranée (1923). Au retour de cette dernière campagne, il nous a paru utile de comparer les résultats obtenus dans deux mers différentes, sans vouloir faire d'ailleurs de généralisation excessive, et de signaler les principales difficultés inhérentes à la nature du fond qui ont été rencontrées en Méditerranée.

On a employé au cours de ces croisières la drague géologique décrite par l'un de nous dans une Note récente [1]. Les dragages ont été faits avec les mêmes engins par le même personnel et dans des conditions comparables : assez loin des côtes pour éviter les amas littoraux de galets, de graviers, de sables et à une profondeur comprise géneralement entre 30^m et 60^m, c'est-à-dire dans les limites de la zone néritique.

Si l'on examine l'ensemble des opérations effectuées en 1922 et 1923 dans la Manche, on constate que, sur un total de 105 dragages, 70 environ ont permis de recueillir des blocs rocheux, une vingtaine ayant fourni des roches nettement *in situ*. Au contraire, sur 80 dragages effectués en Méditerranée, 5 seulement ont ramené des roches de taille appréciable.

La nature du fond est favorable en Manche aux études de géologie sous-marine, surtout en raison de la violence des courants, suffisants pour dégager, en beaucoup de points, la surface de la roche en place et entraîner les sédiments modernes au large.

Par contre, en Méditerranée, les courants sont souvent inexistants ou faibles : les apports détritiques fins (vases dominantes), les débris coquillers forment en général une couverture épaisse, dont l'édification lente se poursuit depuis longtemps sans être troublée ; de plus les formations encroûtantes d'Algues calcaires jouent un rôle considérable entre 25^m et 90^m de profondeur, formant un obstacle sérieux à la pénétration des sondes ou des dragues géologiques.

Une autre remarque s'impose : nous n'avons rencontré nulle part de blocs détachés analogues à ceux qui parsèment souvent le fond de la Manche et dont le transport semble dû à des glaces flottantes.

Cependant, fait très important, les roches affleurent d'une façon indubitable dans beaucoup de régions éloignées de la bordure côtière. Les sondes portées sur les cartes du Service hydrographique de la Marine en témoignent d'ailleurs, l'absence de sédimentation étant due soit à des ruptures

---

(1) J.-B. Charcot, *Sur l'étude géologique du fond de la Manche* (*Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 892).

de pente, soit à l'existence de courants locaux. C'est ainsi que la drague s'est parfois accrochée à des têtes de roches sous-marines aux Baléares, au sud des côtes de Provence, sans pouvoir les briser (roches trop dures ou trop compactes).

Enfin d'heureux résultats ont été obtenus dans les parties peu profondes du bras de mer qui sépare la Tunisie de la Sicile, où l'importance des courants est manifeste et les affleurements rocheux sous-marins nombreux. On a pu déterminer la nature géologique du fond sur le banc des Esquerquis et aux Sorelle. Cette région pourrait donc être étudiée en détail.

Il n'est pas douteux que l'emploi systématique de dragues très robustes permettrait, en Méditerranée et dans des mers analogues, d'obtenir des résultats d'autant plus importants qu'ils seraient acquis à une plus grande distance du rivage et à une plus grande profondeur, à la limite du plateau continental par exemple, qui, à cause de sa déclivité, semble correspondre souvent à une zone d'affleurements rocheux.

D'ailleurs les sédiments recueillis, en outre des roches, peuvent avoir un intérêt géologique considérable. Il suffit de citer à cet égard les amas de coquilles fossiles signalés par le Professeur Pruvot et A. Robert au large du cap de Creus.

En résumé, si la méthode de dragage, qui donne de si bons résultats en Manche et dans l'Atlantique (banc du Porcupine et de Rockall), a été moins fructueuse en Méditerranée, nous n'en croyons pas moins à l'avenir de la géologie sous-marine, même dans cette mer, surtout en étudiant des appareils et des techniques différents ; les documents recueillis dans la région nord-tunisienne sont de nature à nous y encourager.

SISMOLOGIE. — *Principe d'une méthode de détermination précise de la propagation des ondes sismiques.* Note de M. **E. Rothé**, présentée par M. G. Ferrié.

Les problèmes de la sismologie moderne exigent la connaissance précise des heures d'arrivée des ondes aux diverses stations. Ces heures devraient être connues au $\frac{1}{10}$ de seconde près pour toutes les études au voisinage de l'épicentre, par exemple pour les questions relatives aux ondes préliminaires dans lesquelles on distingue à courtes distances deux sortes principales, les ondes P proprement dites et les ondes $\overline{P}$ soulignées. Il en est de

même de la recherche de la profondeur du foyer. La difficulté à laquelle se heurte la détermination précise de la vitesse de la propagation des ondes avait frappé G. Lippmann [1] qui avait préconisé l'utilisation d'une ligne télégraphique avec des dispositifs de déclanchement, mettant en marche des chronomètres au $\frac{1}{5}$ de seconde et actionnant des dispositifs d'inscription à grande vitesse. On pourrait toutefois craindre les retards dus à l'inertie des différents relais. La question est aujourd'hui d'autant plus importante et actuelle que dans diverses nations, à l'exemple des sismologues italiens, des expériences sont organisées pour mesurer la propagation d'ondes provenant de fortes explosions.

La transmission par T. S. F. de signaux horaires rend plus facile la solution de ce problème : on pourrait imaginer par exemple que l'on inscrive en deux stations A et B les déviations de sismographes sensibles, à courtes périodes, munis de dispositifs d'enregistrement à grande vitesse de déroulement. Au moment de l'explosion, la Tour Eiffel émettrait des signaux rythmés qui seraient inscrits sur les sismogrammes, en utilisant par exemple le dispositif qui m'a servi récemment pour l'inscription des parasites atmosphériques [2]. Les heures de passage des ondes aux deux stations seraient ainsi connues avec toute la précision désirable.

On pourrait également utiliser une méthode toute différente fondée sur l'émission d'ondes entretenues par les deux stations A et B où doit être noté le passage des ondes : aux stations A et B on installerait un sismographe dont l'équipage mobile serait solidaire de l'une des armatures d'un condensateur dont la seconde armature serait fixe. Ce condensateur fait partie d'un circuit oscillant de longueur d'onde λ, excité par des lampes à trois électrodes, en utilisant le montage d'hétérodyne en dérivation. C'est ce dispositif qui m'a servi au cours de la guerre pour établir sur la demande du général Ferrié un microphone particulièrement sensible, le condensateur-microphone. La self du circuit oscillant est couplée avec une bobine faisant partie du circuit d'une antenne d'émission accordée sur le circuit d'excitation. On obtient ainsi une émission continue d'ondes entretenues.

En une station C qui pourra d'ailleurs coïncider avec A ou B, on établit un poste récepteur sur antenne à grande amplification avec téléphone ins-

---

(1) G. Lippmann, *Sur l'emploi d'un fil télégraphique pour l'inscription des tremblements de terre et la mesure de leur vitesse de propagation* (*Comptes rendus*, t. 136, 1903, p. 203).

(2) F. Rothé, *Sur l'emploi de la radiogonométrie dans l'étude des orages et des parasites atmosphériques* (*Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 840).

cripteur. Des inscriptions sont faites sur papier au noir de fumée en face des encoches produites par un jaquet; au moment du passage de l'onde d'explosion le sismographe dévie, la capacité change et la longueur d'ondes est modifiée; l'intensité dans l'antenne d'émission primitivement accordée sur le circuit d'excitation varie, la membrane du téléphone récepteur est mise en mouvement et l'inscription se produit. Les mêmes phénomènes ont lieu au passage de l'onde en B. On aura donc ainsi, avec toute la précision désirable, sur un même graphique en C, une inscription du passage des ondes aux deux stations. C'est en somme le principe de la téléphonie sans fil par condensateur-microphone tel que je l'ai réalisé au cours de la guerre et qui m'a permis de téléphoner entre l'observatoire de Meudon et Villacoublay.

Toute inertie est ainsi supprimée, car il n'y a aucun intermédiaire mécanique en dehors de l'inscripteur lui-même qui sert d'appareil récepteur. On pourrait évidemment produire le changement des longueurs d'ondes amenant le désaccord des circuits en résonance à l'aide de variations de selfs au lieu de variations de capacités. La sensibilité du dispositif est grande et peut être variée à volonté.

Il est enfin utile de remarquer qu'au lieu d'employer des antennes on pourrait utiliser pour conduire les oscillations électriques de A et B en C des fils télégraphiques utilisant ainsi des communications par un seul fil comme je l'ai réalisé dans l'anémomètre à oscillations électriques [1].

Il semble que tout au moins à courtes distances une méthode de ce genre réaliserait le maximum de précision; elle présente l'inconvénient de nécessiter une installation de plusieurs postes avec des équipes de travailleurs dans chacun d'eux. Elle ne pourrait donc être mise en pratique que par un groupe de physiciens et non par un travailleur isolé.

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Les traces de coups de lance des statues d'argile préhistoriques de la grotte de Montespan, près Saint-Martory (Haute-Garonne), sont des « cupules », figurant des « Grande Ourse ».* Note de M. **Marcel Baudouin**, présentée par M. Bigourdan.

Je n'ai pas vu les statues d'argile préhistoriques, représentant des animaux de la grotte de Montespan, près Saint-Martory (Haute-Garonne),

(1) E. Rothé, *Sur un anémomètre à oscillations électriques* (*Comptes rendus*, t. **170**, 1920, p. 1197).

récemment découvertes, et déjà signalées à l'Académie des Inscriptions. Mais j'ai eu sous les yeux deux belles photographies de deux de ces animaux, dont l'un est une *Ourse* sans tête, et dont l'autre est l'avant-train d'un *Tigre*, au moins en apparence.

Sur les positifs, les *traces* mentionnées de « *coups de lance* ou de *javelot* » sont très nettes, sur les profils à droite de ces deux grands animaux. Elles ressemblent à des trous ronds, faits de façon voulue dans l'argile, avec un instrument un peu pointu. En tout cas, elles sont semblables à de petites *cupules*, qu'on obtiendrait facilement par une légère ablation de substance plastique, à l'aide de ce procédé, à l'heure actuelle.

Mais chose curieuse, si l'on décalque ces cavités sur les deux photographies, réduites d'ailleurs presque à la même échelle, on obtient des schémas qui reproduisent, de la manière la plus évidente, la conformation de la constellation de la *Grande Ourse*.

Si l'on compare ces deux figures à celles que nous avons déjà observées sur des Oursins fossiles et sur des rochers (alors à l'état de vraies cupules) (¹), on est frappé, non seulement de l'analogie de ces configurations, mais même de leur identité, en ce qui concerne *les sept étoiles* principales de ce groupe célèbre.

Qui plus est, sur l'Ourse *sans tête* (²), qui est couchée de profil *à droite*, et qui ne montre qu'*une patte antérieure*, celle de *droite* (comme sur les figurations des cartes célestes), on note la présence, outre ces sept étoiles (³), de plusieurs autres situées en avant des *Gardes*, sur le thorax. Ce sont les étoiles appelées ν, puis φ, θ, x, ces dernières correspondant d'ailleurs à la racine de la patte droite, sur laquelle elles se voient dans l'argile. Il y a en outre, au-dessus de *Alpha*, l'étoile n° 38 !

Ces constatations, véritablement étonnantes, nous obligent à conclure que cet animal d'argile n'est que la zoomorphisation classique (*zodiacale*, si l'on peut dire) de la *Grande Ourse !* Et cela démontre, de la façon la plus nette, que ces statues d'argile préhistoriques, ainsi que celles du Tuc d'Audubert (Bisons), etc., de même que les *gravures*, *sculptures*, et *peintures*

(¹) Marcel Baudouin, *Comptes rendus*, t. 173, 1921, p. 635; t. 174, 1922, p. 537.

(²) *Sans tête*, sans doute parce qu'il n'y avait pas alors d'étoiles à grand éclat à ce niveau.

(³) On sait qu'en Astronomie l'Ourse, mytique et céleste, n'a que *trois pattes;* la patte antérieure gauche manque parce qu'il n'y a pas d'étoile importante et caractéristique, capable de la représenter dans l'ensemble de l'astérisme.

des cavernes, ne sont que des représentations des constellations *zoomorphisées* (comme je le soutiens depuis longtemps), et *divinisées.*

On retrouve une *Grande Ourse* aux sept étoiles classiques, sur l'avant-train d'un TIGRE, qui va aussi à droite ; mais là elles paraissent seules. Qui plus est, là, *Mizar* est de première grandeur, et il semble qu'il y ait au-dessus d'elle un petit *Alcor* (*g*). Sur l'OURSE, *Alcor* n'apparaît pas ; mais *Mizar* est encore assez grande. Les étoiles du corps sont toutes assez marquées : α, δ sur l'*Ourse* ; γ, β sur le *Tigre.*

J'avais cru d'abord qu'il s'agissait, vu l'Ourse et vu le Tigre, qui est un *Carnassier*, comme le Λύποσ (Loup) ou le Κύνοσ (chien) des Phéniciens (d'où la *Cynosure*), de la « PETITE OURSE ». Mais la queue *pendante* n'a rien de celle de cette constellation, puisque cette queue, au demeurant, est *relevée* sur toutes les figures célestes !

Donc, c'est sans doute là l'origine de la GRANDE OURSE des cartes astronomiques actuelles, par conséquent, et non pas de la *Petite Ourse.*

On a trouvé un crâne d'*Ourson* (au naturel), à côté de l'Ourse. Je pense que ce débris osseux figure le petit de la Grande Ourse céleste et mythique, qui était du *sexe féminin* ([1]), si l'on en juge d'après certaines figures préhistoriques et modernes, et tout le folklore.

En conséquence, quoiqu'on ait écrit que « ces *coups de javelot* témoignent que les Préhistoriques procédaient à des scènes de sorcellerie et d'envoûtement pour conjurer le sort des chasses futures », je crois qu'on est autorisé à conclure, des remarques précédentes, qu'ils ne sont que des *Cupules*, voulues, creusées à dessein dans l'argile, pour représenter la constellation principale du Pôle, qui a joué jadis un si grand rôle dans les cultes païens ; et que les statues ne sont que des reproductions, mythiques, en ronde bosse ou en sculpture vraie, de l'animal céleste, ayant servi à la zoormophiser.

Cette interprétation justifie toutes mes affirmations antérieures sur la signification réelle des gravures et peintures des cavernes.

C'est en somme vraiment là une inscription *bilingue*, comme celles qui ont permis de déchiffrer le sens des écritures hiéroglyphiques et cunéiformes. Je la recherchais depuis 30 ans.

Cette statue de l'*Ourse* céleste prouve que le déchiffrage des *inscriptions cupulaires* est aujourd'hui un fait acquis, et que l'astérozoomorphisation des étoiles remonte au moins au Paléolithique moyen.

([1]) Dans cette grotte on a trouvé aussi trois juments à gros ventre, c'est-à-dire probablement *grosses*, et une petite tête de cheval (*poulain*), comparable au crâne d'Ourson.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la production d'anticorps par les tubercules des Ophrydées.* Note de M. P. **Nobécourt**, présentée par M. Guignard.

Par des recherches que sa mort prématurée a laissé inachevées et qui ont été publiées dans une Note posthume [1], Noël Bernard a montré que les tubercules des Ophrydées présentent, vis-à-vis des champignons endophytes des Orchidées (*Orcheomyces* de Burgeff), des propriétés remarquables. Pour les mettre en évidence, il plaçait au fond d'un tube contenant de la gélose au salep solidifiée en plan incliné, un fragment aseptique de tubercule d'Ophrydée (*Loroglossum hircinum*, en général) et ensemençait, à la partie supérieure de la gélose, un champignon endophyte d'Orchidée. Celui-ci se développait d'abord normalement à la surface de la gélose, mais, lorsqu'il venait à s'approcher du fragment de bulbe, on constatait un arrêt subit de la croissance à une certaine distance de ce dernier. De cette constatation, Noël Bernard tirait la conclusion que le champignon est arrêté par une substance nuisible diffusée dans la gélose par le fragment de tubercule. L'existence de cette substance (qu'il qualifie de fungicide) dans les tubercules, explique le fait que ceux-ci sont indemnes d'infestation par les *Orcheomyces*, qui infestent au contraire si largement les racines des Ophrydées.

Nous avons effectué des expériences analogues à celles de Noël Bernard, qui, à notre connaissance, n'avaient jamais été répétées, et nous avons pu vérifier leur exactitude. Nous utilisons de gros morceaux de tubercules de *Loroglossum* (*Himantoglossum*) *hircinum*, découpés aseptiquement, et, comme champignons, soit l'*Orcheomyces psychodis* Burgeff, soit l'*Orch. chloranthæ* Burgeff. Le champignon ensemencé poussait d'abord très bien à la surface de la gélose. Pendant ce temps, le fragment de tubercule laissait exsuder une sécrétion d'aspect mucilagineux et la gélose environnante prenait peu à peu une teinte brunâtre. Mais, au bout de quelques jours, les filaments mycéliens cessaient de s'allonger dans la direction du fragment de tubercule et il en résultait l'existence autour de celui-ci d'une zone, de 5^{mm} environ de largeur, demeurant non envahie, tandis que dans toutes les autres directions, ainsi qu'à la surface du verre du tube, le mycélium continuait à s'étendre.

[1] *Sur la fonction fungicide des bulbes d'Ophrydées* (*Ann. Sc. Nat., Bot.*, 9e série, t. 14, 1911).

Nous sommes entièrement d'accord avec Noël Bernard pour reconnaître que ces expériences démontrent la diffusion par les tubercules, dans la gélose environnante, d'une substance fungicide. Mais nous avons été amené à nous demander si, ainsi qu'il l'admet implicitement, cette substance préexiste dans les bulbes, ou si ce ne serait pas plutôt un produit de réaction prenant naissance dans ceux-ci, sous l'influence des toxines sécrétées par le champignon ensemencé sur la gélose et venues jusqu'à eux par diffusion.

Noël Bernard, ayant chauffé à 55° pendant 35 minutes des morceaux de tubercules de *Loroglossum*, avait constaté qu'après avoir subi ce chauffage, ils ne possédaient pas la propriété d'arrêter le développement des *Orcheomyces*. Il interprétait ce résultat négatif en admettant que la substance fungicide est détruite par la chaleur.

Ayant répété cette expérience, nous avons constaté qu'en effet, les tubercules chauffés sont rapidement envahis par les champignons utilisés, mais cette perte de la résistance peut aussi bien s'interpréter en admettant que les cellules des tubercules étant tuées par la chaleur, deviennent ainsi incapables de sécréter la substance fungicide, si l'on adopte l'idée que celle-ci est un produit de réaction.

Partant de cette hypothèse, nous avons essayé l'action de morceaux de tubercules, tués non plus par la chaleur, mais, d'une part, par un froid de — 15° environ et, d'autre part, par le séjour dans des vapeurs de chloroforme.

Dans les deux cas, l'*O. psychodis* et l'*O. chloranthæ* ne furent nullement arrêtés au voisinage de ces fragments, qu'ils recouvrirent très rapidement d'un épais feutrage mycélien. Ces tubercules gelés ou chloroformés se comportaient absolument comme les tubercules chauffés.

Pour continuer à admettre la préexistence de la substance fungicide dans les tubercules d'Ophrydées, il faudrait donc admettre que cette substance est détruite, non seulement par la chaleur, mais aussi par l'action du froid et du chloroforme. Or, s'il semble possible d'attribuer au chloroforme une action chimique destructrice sur la substance fungicide, il est peu vraisemblable que le froid ait pu produire le même effet. Si, de fait, on connaît en chimie biologique nombre de substances « thermolabiles », nous ne pensons pas qu'on en ait signalé jusqu'ici de « cryolabiles ». Le froid est, au contraire, généralement considéré comme un agent conservateur. En outre, dans le cas particulier qui nous occupe, il serait remarquable de voir la même substance à la fois thermolabile et cryolabile.

Mais cette propriété d'être détruite également bien, soit par le froid

intense, soit par la chaleur, soit par des agents chimiques, appartient précisément aux êtres vivants, et les cellules des tubercules des Ophrydées sont visiblement tuées par l'action suffisamment prolongée des températures de 55° et —15°, ainsi que par le séjour dans les vapeurs chloroformiques.

Il semble donc logique de conclure que si les tubercules des Ophrydées, chauffés, gelés ou chloroformés, ne sont pas capables d'arrêter la croissance des *Orcheomyces*, c'est que ces tubercules, qui ont été tués par les agents chimique, ou physiques employés, ne sont plus susceptibles de réagir contre l'attaque de ces Champignons par la sécrétion subséquente de substance fungicide. A notre avis, ce n'est pas parce que cette substance fungicide est détruite, que le Champignon n'est pas arrêté, mais parce qu'elle ne peut être produite au moment de l'attaque, par suite de la mort des cellules du tubercule. Cette substance, prenant naissance dans des tubercules vivants sous l'influence de toxines sécrétées par certains Champignons, mérite donc à proprement parler le nom d'anticorps.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Application du procédé biochimique de caractérisation du galactose à l'étude de la composition des pectines*. Note de M. **Jean Charpentier**, présentée par M. L. Guignard.

Nous avons exposé récemment, en collaboration avec M. Marc Bridel [1], comment on pouvait caractériser d'une façon certaine le galactose dans un mélange de galactose et d'arabinose par un procédé biochimique. Nous avons montré que ce procédé était applicable à la caractérisation du galactose dans les produits d'hydrolyse de la gomme arabique, qui renferment, comme on sait : galactose et arabinose.

J'ai appliqué ce procédé à la recherche du galactose dans les produits d'hydrolyse de quelques pectines. Il était, en effet, intéressant de savoir si ces produits d'hydrolyse renfermaient du galactose, car jusqu'ici la preuve de la présence de ce sucre n'avait été donnée que par la formation d'acide mucique sous l'action oxydante de l'acide azotique sur les pectines. En 1917, Ehrlich [2] a montré qu'il existait de l'acide *d*-galacturonique dans les produits d'hydrolyse des pectines. Cet acide *d*-galacturonique, fournissant de l'acide mucique dans les mêmes conditions que le galactose,

---

(1) M. Bridel et J. Charpentier, *Sur la caractérisation biochimique du galactose dans un mélange : galactose et arabinose* (*Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 908).

(2) *Chemiker-Zeitung*, 1917. D'après une analyse du Dr G. Trier, *Zur Kenntnis der Pektinstoffe* (*Schw. Apoth. Ztg.*, t. 55, 1917, p. 369).

il subsistait un doute quant à la présence de ce sucre dans les produits d'hydrolyse des pectines.

Le procédé biochimique permettant d'obtenir à l'état cristallisé un dérivé caractéristique du galactose : l'éthylgalactoside β, il était tout indiqué de l'employer à l'étude de la composition des pectines.

Mes recherches ont porté sur quatre pectines : celles de racines de gentiane, de pétales de roses de Provins, d'écorce d'orange amère et de tubercules de céleri-rave.

Ces pectines ont été hydrolysées à l'acide sulfurique à 3 pour 100 à 108°-110°. La solution, neutralisée au carbonate de calcium, a été évaporée à sec, sous pression réduite, et le résidu a été dissous dans l'alcool éthylique à 70°. J'ai fait agir l'émulsine sur chacune de ces solutions, et j'ai obtenu les résultats suivants :

I. — *Solution des produits d'hydrolyse de la pectine de gentiane.*
(Volume 500$^{cm^3}$, contenant les produits d'hydrolyse de 62^g de pectine.)

	Sucre réducteur (en galactose).	Rotation.
Au départ............	1^g,125 p. 100$^{cm^3}$	+1°26′
Après 8 jours.........	0,989 »	
Après 28 jours.........	0,827 »	
Après 57 jours.........	0,814 »	+ 52′

L'éthylgalactoside β a été obtenu à l'état cristallisé en suivant exactement le mode opératoire décrit au sujet de la gomme arabique. Il a été caractérisé par son point de fusion +159°, par son hydrolyse en milieu sulfurique et par l'obtention d'acide mucique en faisant agir l'acide nitrique sur le sucre réducteur formé au cours de cette hydrolyse.

II. — *Solution des produits d'hydrolyse de la pectine de roses.*
(Volume 400$^{cm^3}$, contenant les produits d'hydrolyse de 32^g de pectine.)

	Sucre réducteur (en galactose).	Rotation.
Au départ............	1^g,916 p. 100$^{cm^3}$	+2°12′
Après 20 jours.........	1,575 »	
Après 43 jours.........	1,488	
Après 64 jours.........	1,334 »	+1°26′

L'éthylgalactoside β, obtenu à l'état cristallisé, possédait un pouvoir rotatoire de

$$\alpha_D = -5°,89 \qquad (p = 0,0526;\ v = 10;\ l = 2;\ \alpha = -4')$$

et un point de fusion de +159°-160°. Il donnait du galactose à l'hydrolyse sulfurique.

III. — *Solution des produits d'hydrolyse de la pectine d'écorce d'orange amère.*
(Volume 800^{cm^3}, contenant les produits d'hydrolyse de 150^g de pectine.)

	Sucre réducteur (en galactose).	Rotation.
Au départ	$3^g,567$ p. 100^{cm^3}	+ 5° 10′
Après 30 jours.........	3,031 »	
Après 45 jours.........	2,874 »	
Après 74 jours.........	2,773 »	
Après 91 jours.........	2,766 »	+ 3° 46′

L'éthylgalactoside β, obtenu à l'état cristallisé, présentait un pouvoir rotatoire de

$$\alpha_D = -5°,33 \qquad (p = 0,1250;\ v = 10;\ l = 2;\ \alpha = -8'),$$

et un point de fusion de + 159°-160°. A l'hydrolyse sulfurique il a fourni un sucre fortement dextrogyre qui, par oxydation au moyen de l'acide nitrique, a donné de l'acide mucique.

IV. — *Solution des produits d'hydrolyse de la pectine de céleri-rave.*
(Volume 600^{cm^3}, contenant les produits d'hydrolyse de 80^g de pectine.)

	Sucre réducteur (en galactose).	Rotation.
Au départ	$1^g,856$ p. 100^{cm^3}	+ 1° 44′
Après 8 jours	1,730 »	
Après 30 jours	1,231 »	
Après 58 jours	1,162 »	
Après 86 jours	1,104 »	+ 56′

L'éthylgalactoside β a été obtenu à l'état cristallisé, et caractérisé par son pouvoir rotatoire

$$\alpha_D = -4°,9 \qquad (p = 0,1684;\ v = 10;\ l = 2;\ \alpha = -10'),$$

par son point de fusion + 159°-160°, et par le sucre formé par l'hydrolyse sulfurique, qui a donné de l'acide mucique sous l'action de l'acide nitrique.

Ainsi, en appliquant le procédé biochimique de caractérisation du galactose aux produits d'hydrolyse de quatre pectines, j'ai réussi à caractériser le galactose dans ces produits et à extraire à l'état cristallisé un dérivé spécifique du galactose, l'éthylgalactoside β.

On a donc ainsi maintenant la preuve certaine de la présence du galactose dans ces produits d'hydrolyse, et, partant, d'une galactane dans les pectines elles-mêmes, présence qui n'avait pu être démontrée jusqu'ici.

AGRONOMIE. — *Sur les circonstances qui peuvent modifier l'effet de la « période critique » sur le rendement du blé.* Note de M. **J. Beauverie**, présentée par M. L. Mangin.

La notion d'une période critique des plantes vis-à-vis de l'eau, c'est-à-dire d'une période pendant laquelle ses besoins atteignent un maximum et qui régit dans une large mesure le rendement, se conçoit aisément. Son époque, sa durée, varieront avec les plantes et aussi avec l'organe considéré : fruits, tubercules, etc. Pour le blé, Azzi a déterminé, surtout par des expériences en pots, dans des conditions dont il était parfaitement maître, que cette période comporte les trois décades qui précèdent l'épiage et celle qui l'accompagne. La teneur en eau augmente, en effet, dans les feuilles tout le temps de cette période jusqu'à la floraison. A partir de ce moment il y a migration vers l'épi des produits de la photosynthèse, ils se condensent en molécules plus grosses. Il en résulte une diminution de la force osmotique interne et, par suite, des besoins en eau de la plante. Enfin, il se produit une déshydratation et une précipitation en produits amylacés ou albuminoïdes colloïdaux constituant les réserves du grain. Pendant tout ce temps les feuilles jaunissent et se dessèchent.

Par des comparaisons statistiques portant sur 20 années, nous avons établi (1) la réalité d'un rapport existant entre la quantité d'eau précipitée durant la période critique et le rendement; ce rapport est direct jusqu'à un certain optimum et inverse au delà. Nous avons constaté cependant quelques anomalies et le cas de l'année 1923 est assez particulier. Ayant pu en suivre de près les circonstances il nous est possible d'analyser le résultat.

La notion de « période critique » telle que nous venons de l'exposer, et telle qu'a pu la définir Azzi par des expériences, est trop simple; il faut tenir compte encore de la nature des influences secondaires que peuvent exercer, dans certaines conditions, les périodes pré- et postcritique sur l'action de la période critique elle-même.

En 1923 (2), la hauteur d'eau tombée pendant la période critique est

---

(1) Beauverie, *Influence de la hauteur d'eau météorique pendant la « période critique » du blé sur le rendement* (*Comptes rendus*, 5 mars 1923).

(2) Ces données numériques s'appliquent au département du Puy-de-Dôme et particulièrement à la Limagne.

seulement de 46^{mm} à 57^{mm}; mai ne reçoit que $31^{mm},2$ au lieu de 70^{mm}, chiffre de la moyenne et, en même temps, chiffre des meilleurs rendements (70^{mm}, 100^{mm} à 120^{mm} pour l'ensemble de la période critique). Le rendement de 1923 a été cependant de 15^{qx} à l'hectare. Des circonstances particulières sont venues atténuer l'effet d'un apparent manque d'eau dans la période où elle est le plus nécessaire : Pendant l'automne, la terre enmagasine une anormale quantité d'eau (octobre : 167^{mm} contre 58^{mm} de moyenne); le mois d'avril, constituant d'une façon immédiate la période précritique, reçoit 76^{mm} contre 50^{mm} de moyenne. Cette énorme quantité d'eau va rester à la disposition de la plante pendant la période critique. Une chaleur anormale les premiers jours de mai (maxima 25° à 31°) la mobilise de bonne heure pour la plante de sorte que la période critique commence, en réalité, avant la date ordinaire; de plus, la température reste, par la suite, fort au-dessous de la normale; le sol et la plante ne perdent que peu de l'eau acquise, les pluies sont peu abondantes mais fréquentes, et, en somme, les quatre décades de la période critique sont « humides » (plus de 5^{mm} d'eau); la quatrième reçoit même des pluies assez abondantes ($25^{mm},5$) en plein épiage en même temps que la température se relève légèrement ([1]). Grâce à l'ensemble de ces conditions le sol, surtout s'il est argilo-calcaire, comme il arrive souvent dans les terres à blé d'alluvion, retient l'eau qui restera disponible au moment favorable.

En 1921, nous avions eu une anomalie de sens inverse : trop d'eau pendant la période critique (161^{mm}) mais une période postcritique d'absolue sécheresse amenant correction.

Cette question appelle donc des recherches expérimentales. La notion d'une période critique pour les besoins en eau de la plante conditionnant le rendement est bien réelle, mais elle doit être complétée par l'étude des modifications que les périodes pré- et postcritique exercent sur son action vis-à-vis de la plante dans certains cas particuliers.

([1]) Ces conditions sont, par ailleurs, en relation avec une épidémie de rouille jaune (*Puccinia glumarum*) d'une intensité et d'une durée extraordinaires, que nous étudions dans une autre Communication.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles observations sur l'influence de l'hexaméthylènetétramine et de l'aldéhyde formique sur le haricot.* Note de MM. E. et G. Nicolas, présentée par M. Marin Molliard.

Nous avons montré récemment [1] que l'hexaméthylènetétramine et l'aldéhyde formique, ajoutés à faible dose au milieu de Knop, étaient des aliments pour le haricot, variété souvenir de Dreuil. Nous voudrions exposer ici les résultats fournis par une autre variété de la même espèce, le haricot suisse blanc ou haricot lingot, cultivée sur la solution suivante, non neutralisée, additionnée des substances en question :

Eau	1000^g
Azotate de potasse	0,8
Phosphate monopotassique	0,25
Chlorure de calcium desséché	0,75
Sulfate de magnésie	0,25
Sulfate de fer	0,10
Sulfate de manganèse	0,10

Les chiffres du tableau indiquent les dimensions des organes en centimètres.

Des résultats de même ordre nous ont été fournis par une culture sur solution minérale neutralisée par la potasse. Il n'est pas sans intérêt de noter, cependant, que, dans ce cas, en présence du formol, les cotylédons tombent le 22 avril, alors que, dans l'expérience précédente, ils ne sont tombés que le 9 mai; il semblerait que la neutralisation de la solution minérale a eu pour effet de réduire la durée de la période pendant laquelle s'exerce la toxicité de l'aldéhyde formique, dont il existe encore des traces dans le liquide à la fin de l'essai.

Bien que nous n'ayons pu mesurer le poids des plantes et étudier leur anatomie, par suite de la dessiccation de certaines d'entre elles, nos expériences nous ont donné ce résultat intéressant, qu'elles confirment le fait, déjà établi, par nous, de l'influence qu'exercent les substances étudiées sur le *développement des feuilles en surface*.

---

(1) E. et G. Nicolas, *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 836-838, 1437-1439, et t. 176, 1923, p. 404-406; *C. R. Soc. Biologie*, t. 187, 1922, p. 1315-1318.

1923. (19 mars-2 juin).	Témoin.	T + 0,1 hexa.	T + 0,2 hexa.	T + 0,3 hexa.	T + 0,3 ald. form.
			Racines.		
12 avril......	principale : 2,5; radicelles nombreuses, blanches, les plus grandes : 15-20.	principale : 20; radicelles brunâtres : 15-18.	principale : 17; radicelles brunâtres : 15.	principale : 15; radicelles brunâtres : 14.	principale : 2 radicelles : 1.
2 juin.......	principale : 30.	principale : 28.	principale : 26.	principale : 22.	principale : 10.
			Tigelle.		
4 avril.......	cotylédons tombés.	cotylédons tombés.	cotylédons tombés.	cotylédons tombés.	cotyléd. non étalés.
23 avril.......	13,2	11	12	11	id.; 3,1.
9 mai.......	13,2	11	12	11	cotyl. tombés; 9,5.
			Tige.		
12 avril.......	6,8	5	4,4	4,7	nulle
15 mai........	9	6,8	6,2	6,3	8,5.
2 juin.......	se dessèche.	7	6,4	6,5	12
			Feuilles.		
12 avril.......	feuilles primordiales : 3,2 × 3,4.	feuilles primordiales : 3,2 × 3,4.	feuilles primordiales : 3,2 × 3,4.	feuilles primordiales : 3,1 × 3,3.	feuilles primordiales encore incluses dans les cotyléd.
3 mai........	feuilles primordiales : 3,8 × 3,8 et toute petite feuille.	feuilles primordiales : 3,7 × 4 et toute petite feuille.	feuilles primordiales : 5 × 4,6 et 4,9 × 4,8 et toute pet. feuille.	feuilles primordiales : 4,8 × 4,3 et 4,6 × 4,1 et toute pet. feuille.	gemmule sort.
15 mai........	feuilles primordiales tombées; toute petite feuille trifoliolée.	feuilles primordiales se dessèchent; pet. feuille à foliole terminale : 0,7 × 1.	feuilles primordiales encore vertes; deux feuilles trifoliolées à foliole terminale : 1,5 × 2.	feuilles primordiales encore vertes; deux feuilles trifoliolées à foliole terminale : 1 × 1,2.	feuilles primordiales vertes 3×3 et 3×2,6 et toute pet. feuille trifoliolée.
2 juin.......	feuilles desséchées; tombées.	feuilles primordiales tombées; feuille trifoliolée à foliole terminale : 0,9 × 1.	feuilles primordiales se dessèchent; deux feuilles trifoliolées vertes à folioles terminales : 2,1 × 2,6.	feuilles primordiales se dessèchent; deux feuilles trifoliolées vertes à foliole terminale : 3 × 1,3.	feuilles primordiales vertes 4,6 × 3,9 et 4,4 × 3,5; deux feuilles trifoliolées vertes, dont l'une à foliole terminale : 1,3 × 1,5, l'autre toute petite.

Nous ajouterons que l'hexaméthylènetétramine et le méthanal sont réellement absorbés et utilisés et ne se comportent pas simplement comme des hormones. Bouilhac [1] a déjà démontré le fait, en ce qui concerne l'aldéhyde formique, sur la moutarde blanche. D'autre part Jacoby [2] et Sabalitschka [3], dans des expériences récentes effectuées sur le *Tropæolum majus* et l'*Elodea canadensis*, ont eux aussi apporté des résultats nets (augmentation du poids sec, de la quantité des sucres et de l'amidon) dans le sens de l'assimilation de CH^2O.

En outre l'hexaméthylènetétramine est absorbée en nature, c'est-à-dire sans avoir subi de dédoublement préalable en ammoniaque et aldéhyde formique; elle l'est exclusivement sous cette forme dans le milieu nutritif neutralisé ou légèrement alcalinisé pour lequel la réaction de Jorissen (phloroglucine et soude) est constamment négative. Il est possible que la teinte rouille observée autour des nervures sur les feuilles des individus cultivés en présence de l'hexaméthylènetétramine [4] soit due à ce fait; elle est du moins à rapprocher des phénomènes signalés par Ciamician et Ravenna [5] dans l'action des alcaloïdes naturels et artificiels, au sens le plus général du terme, c'est-à-dire de ceux qui dérivent de l'ammoniaque, sur les premières feuilles des plantules.

L'hexaméthylènetétramine, absorbée en nature, agirait d'abord à la façon d'un alcaloïde, puisqu'elle serait assimilée, conformément aux observations que nous avons faites antérieurement [6].

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Intervention de la pesanteur dans le phototropisme.* Note de M. H. **Ricôme**, présentée par M. Marin Molliard.

Nous avons décrit les changements périodiques qne l'alternance du jour et de la nuit introduit dans la croissance d'une tige éclairée latéralement. L'orientation prise par la tige ne coïncide pas avec la direction moyenne d'incidence de la lumière. Pour établir l'intervention de la pesanteur, il fallait vérifier que le fait n'est pas une conséquence de l'alternance du jour

(1) Bouilhac et Guistiniani, *Comptes rendus*, t. 136, 1903, p. 1155-1157.
(2) Jacoby, *Biochem. Zeitschrift*, t. 128, 1922, p. 119-121.
(3) Sabalitschka, *Zeit. angew. Chemie*, t. 35, 1922, p. 684-686.
(4) E. et G. Nicolas, *Comptes rendus*, t. 175, 1922, p. 836.
(5) Ciamician et Ravenna, *Bull. Soc. Chimie biologique*, t. 5, 1923, p. 67.
(6) *Loc. cit.*

et de la nuit ou encore de la variation journalière de l'incidence de la lumière, et qu'il se produit également à un éclairement continu et de direction constante.

Aussi, avons-nous repris les expériences avec *Vicia Faba*, en exposant les plantes à l'éclairement d'une lampe électrique placée à $1^m,50$, à un niveau un peu inférieur au leur, de façon que les directions d'action des deux facteurs fissent un angle supérieur à 90°.

Dans ces conditions, les tiges prennent en quelques heures, par incurvation, une direction inclinée dont elles s'écartent peu par la suite. Le résultat est le même qu'il s'agisse de plantules de germination ou de plantes vertes déjà développées.

Cette direction n'est ni la direction de la lumière (— 8°), ni la direction que leur donnerait la pesanteur agissant seule (+ 90°), Elle est intermédiaire.

Elle varie avec l'intensité lumineuse. Avec une lampe Osram monowatt de mille bougies à effet lumineux accru par un réflecteur concave, l'angle moyen d'orientation des tiges a été de + 28°, soit 36° à partir du rayon incident. Avec une lampe Visseaux demi-watt de mille bougies, employée sans réflecteur, l'angle est de + 44°, soit 52° à partir du rayon incident.

La direction des diverses tiges, loin d'être uniforme, varie dans de notables proportions : de 80° à 45° (écart 35°) dans le premier cas ; de 64° à 24° (écart 40°) dans le second.

Au bout de quelques jours se produit, sous l'action du poids à soutenir qui va croissant, un fléchissement des régions à élongation terminée, phénomène d'ordre purement mécanique qui donne l'illusion d'un effet du phototropisme.

De nombreux dessins publiés sur le phototropisme du *Vicia Faba* montrent la plante orientée dans le sens de la flèche qui figure la direction de la lumière incidente, comme si l'action de la pesanteur était annihilée. Or rien n'est moins exact. En réalité l'orientation ne se confond ni avec l'une, ni avec l'autre des directions d'action des deux facteurs, lumière et pesanteur. Elle est intermédiaire et varie d'une part avec l'âge, d'autre part avec l'intensité lumineuse. Elle subit des variations périodiques, si cette dernière intensité varie périodiquement ; elle se maintient constante, s'il ne survient pas de changement de conditions.

L'équilibre de croissance s'établit de façon qu'il subsiste une inégalité d'éclairement entre les faces opposées de l'organe et une inégalité d'action de la pesanteur, équilibre de compensation entre l'influence opposée des

deux facteurs sur la répartition de l'eau entre les cellules et entre leurs membranes. La pesanteur restant constante, la direction des tiges est d'autant plus voisine de celle de la lumière que l'intensité lumineuse est plus grande.

ENTOMOLOGIE. — *Sur les conditions physiologiques du zootropisme chez les moustiques*. Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Certains auteurs tendent à interpréter la notion des races trophiques des Culicides, dont j'ai indiqué la genèse et le conditionnement biologique, dans un sens trop simpliste et absolu. J. Legendre (¹) parle de « zoophilisme » et d'androphilisme (²), chez les moustiques, comme d'habitudes catégoriques, conçues comme le résultat de « mutations alimentaires », et sans se rendre compte du rattachement obligatoire de ces manifestations trophiques aux conditions biologiques générales auxquelles sont soumis les moustiques. Les tropismes qui guident le choix des moustiques dans leurs préférences alimentaires sont, en réalité, de même que les réflexes normaux du réveil et du vol spontané, des manifestations d'une délicatesse extrême, et, pour en raisonner sans de grandes causes d'erreur, on ne saurait être trop averti des circonstances physiologiques multiples susceptibles d'influer sur leur déterminisme.

Il faut tout d'abord insister sur le fait que les préférences d'ordre trophique manifestées par les moustiques sont le reflet d'un équilibre permanent entre les appétits et les ressources alimentaires de la faune culicidienne envisagée. Les préférences à l'égard de certains hôtes ne peuvent se développer et se maintenir que lorsque l'élection des hôtes préférés peut s'exercer librement : toutes les causes qui rendent *impérieux* les besoins de sang des femelles, diminuent l'obéissance aux tropismes préférentiels. Il en résulte que l'observation des habitudes alimentaires normales d'une faune de moustiques donnée ne doit se faire qu'en se rapprochant autant que possible des conditions naturelles. La captivité dénature rapidement les manifestations de préférence, en exagérant ou diminuant les besoins de sang habituels, soit par le jeûne, soit par la privation d'eau : l'équilibre

---

(¹) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 790.

(²) Expression impropre, dans le sens que lui attribue Legendre. Il vaudrait mieux dire « anthropophilisme » ou « philanthropisme ». Grassi emploie le terme de « misanthropisme » pour exprimer l'indifférence des Anophèles à l'égard de l'homme.

alimentaire normal étant détruit, les moustiques ne réagissent plus à l'égard des hôtes selon leur mode habituel.

Expérience. — J'ai recueilli en Vendée, au mois d'août, des femelles d'*Anopheles maculipennis*, *non fraîchement repues de sang*, dans une étable à porcs sans occupants. Après leur capture, ces moustiques ont été remis en liberté dans une pièce habitée, close. A ce moment, aucun n'a manifesté de tendances à venir à l'homme spontanément : l'indifférence à l'égard de ce dernier a conservé le caractère exprimé par les conditions naturelles, pour une faune zoophile. Cependant la plupart de ces moustiques n'avaient pas pris de sang et quelques-uns, en tubes, au contact du doigt cherchaient à piquer.

Des femelles de la même faune, par contre, conservées au préalable en captivité pendant plusieurs jours, avec de l'eau en abondance mais sans nourriture sanguine, puis mises en liberté dans la pièce occupée, ont attaqué l'homme *immédiatement* avec une insistance extrême, même en plein jour, négligeant complètement un lapin placé sur une table, en évidence.

L'exagération des besoins de sang, chez des moustiques soustraits à leurs conditions normales, annihile donc immédiatement l'obéissance à l'égard des tropismes préférentiels. Ceux-ci ne peuvent exercer leur influence directrice normale que sur des moustiques largement nourris de sang à l'ordinaire et n'ayant point de besoins azotés excessifs. L'attaque de l'homme apparaît le plus souvent comme le résultat de l'insuffisance d'alimentation par d'autres hôtes. Il en résulte que l'introduction, dans le but prophylactique envisagé par J. Legendre ([1]), de races zoophiles, en une région où les moustiques viennent à l'homme, ne pourra donner par elle-même que des résultats contraires au but poursuivi : Pour faire utilement usage de ce mode de prophylaxie, comme je l'ai indiqué déjà depuis deux ans ([2]), il convient, en même temps, de favoriser le maintien du zootropisme par des mesures propres à faciliter la vie exclusive des moustiques aux dépens des animaux (réduction de la faune culicidienne, augmentation du bétail, etc.).

Si l'exagération des besoins azotés contrarie l'obéissance aux tropismes d'élection, la surcharge en azote, en annihilant les besoins de sang, la dénature également. Sans parler de la période d'asthénobiose cyclique au cours de laquelle, pendant des mois, les femelles de *Culex pipiens* ne cherchent

---

([1]) *Loc. cit.*, p. 792.
([2]) *Bull. Soc. Pathol. exot.*, t. 14, n° 9, p. 595.

pas à piquer (¹), les femelles de Culex et d'Anophèles, à l'éclosion, sont dans un état de surcharge excrétrice qui entrave l'alimentation sanguine souvent pendant plusieurs jours. Pour des *Culex pipiens* nés en fin mai, j'ai noté un délai de 23 *à* 35 *jours* avant la première acceptation du sang. Les essais de J. Legendre, tendant à déterminer le manque d'affinités pour l'homme de Culex et d'Anophèles, en partant de moustiques fraîchement éclos, ne sauraient donc être pris en considération. On ne peut apprécier les manisfestations du zoophilisme que sur des moustiques en condition physiologique réelle d'hémophagie.

Enfin, j'ajouterai que la privation d'eau, telle qu'elle résulte des conditions de captivité durable dans une pièce close, serait également par elle-même de nature à modifier complètement l'appréciation du zootropisme ou des affinités pour l'homme : la recherche de l'eau prime celle du sang dans la nutrition des moustiques, même en condition d'hémophagie.

EMBRYOGÉNIE. — *Polyspermie dite physiologique et polyspermie expérimentale des œufs utérins de* Rana fusca. Note (²) de M. **H. Barthélémy**, présentée par M. Henneguy.

Si l'on essaye de féconder sans addition d'autre liquide des œufs utérins normaux de *Rana fusca* avec le contenu des vésicules séminales ou avec la bouillie testiculaire du mâle, on obtient des résultats parfois contradictoires. Dans tous les cas avec la purée testiculaire, il ne se produit pas de segmentation régulière en 2 et par conséquent aucune embryogenèse. Un très grand nombre d'œufs se plissent, se ratatinent, indices d'une polyspermie très intense vérifiée par l'étude cytologique. Les fécondations faites avec le contenu des vésicules séminales, telles quelles ou additionnées de sérum ou de liquide de la cavité générale de Grenouille rousse, fournissent tantôt des segmentations régulières suivies d'embryogenèse normale, tantôt une polyfécondation plus ou moins intense aboutissant à un développement abortif précoce. Quelles peuvent être les causes de résultats si différents ?

Dans une Note antérieure (³), j'ai signalé l'action de quelques sels alcalins et alcalino-terreux sur les spermatozoïdes de *Rana fusca*. Le rapprochement de ces

(¹) E. Roubaud, *Les désharmonies de la fonction rénale et leurs conséquences biologiques chez les moustiques* (*Ann. Inst. Pasteur*, juillet 1923).

(²) Séance du 12 novembre 1923.

(³) *Comptes rendus*, t. 177, 1923, p. 654.

deux séries de recherches peut jeter quelque lumière sur ces cas de polyspermie dite physiologique, terme couramment employé, tout en signalant les réserves et les critiques faites par E. Bataillon. A l'examen microscopique, la bouillie testiculaire pure montre des spermatozoïdes excessivement peu ou pas mobiles; les éléments sexuels des vésicules séminales sont plus ou moins mobiles suivant la quantité d'urine qui les baigne et vraisemblablement suivant la concentration saline de ce liquide. Les spermatozoïdes de la bouillie testiculaire ou des vésicules séminales mis dans le sérum de Grenouille ou dans une solution aqueuse de NaCl à 5 ou à 7 pour 1000 sont immobiles. Mais si l'on remplace le sérum par le liquide de la cavité générale ou des sacs lymphatiques, liquide très abondant à l'époque de la reproduction, la mobilité des spermatozoïdes est plus grande et les résultats bien meilleurs des fécondations se manifestent par de plus nombreuses segmentations régulières. Dans tous les cas, ces différents spermes (purs, au sérum, au sel) dilués suffisamment à l'eau ordinaire, même 3 heures plus tard, renferment des éléments bien mobiles donnant dans les fécondations des segmentations régulières suivies d'embryogenèse normale.

De ces expériences on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Il n'y a ni imprégnation, ni fécondation lorsque les spermatozoïdes, bien que vivants, sont complètement immobiles. L'immobilité est due à la concentration trop élevée du milieu (sérum ou sels) dans lequel ils baignent. La fécondation normale, suivie d'un développement régulier, s'effectue avec des spermatozoïdes bien mobiles immergés dans un milieu à très faible concentration saline. Une polyspermie plus ou moins intense est réalisée lorsque les éléments sexuels mâles manifestent peu de vitalité. C'est une question de concentration de milieu ou d'âge qui influe sur la mobilité.

2° L'œuf utérin normal de Grenouille, comme tout élément vivant, muscle, nerf, etc., réagit d'autant plus vite et énergiquement que l'excitation produite par le spermatozoïde ou par toute autre cause physique, chimique ou mécanique est plus intense. La contraction épurative, suivie de l'élimination du fluide vitellin, est d'autant plus rapide que l'excitation est plus violente. On conçoit donc que l'œuf normal, réagissant faiblement à l'excitation peu intense d'un spermatozoïde peu mobile ou affaibli, élimine très lentement le liquide vitellin, laissant ainsi le passage libre à d'autres éléments sexuels mâles. La prétendue toxicité du fluide périvitellin, inhibant tout mouvement des spermatozoïdes, ne serait-elle pas due à la concentration saline de ce fluide?

3° Dans la fécondation normale, comme dans la polyspermie, qu'elle soit dite physiologique ou expérimentale, deux éléments essentiels interviennent : l'œuf et le spermatozoïde ; ce dernier est trop souvent négligé. Aussi les recherches sur la polyspermie peuvent être groupées en trois grandes catégories :

I. Le sperme normal est mis au contact d'œufs normaux surchargés de réserves ou d'œufs soumis aux différents agents physico-chimiques ou mécaniques. Ces traitements inhibent plus ou moins la réaction de l'œuf. Les imprégnations avec du sperme normal, d'œufs immatures ou surmatures rentrent dans cette catégorie de recherches.

II. L'œuf normal est en présence d'éléments sexuels mâles, soumis auparavant aux différents traitements physico-chimiques qui agissent en inhibant plus ou moins la vitalité des spermatozoïdes, l'intégrité de l'œuf étant respectée. Les imprégnations d'œufs normaux avec les spermes immatures ou surmatures rentrent dans ce cas.

III. Les spermatozoïdes immatures ou surmatures sont mis au contact d'œufs immatures ou surmatures. Ces expériences sont fréquemment réalisées involontairement au commencement ou à la fin de la saison. Des résultats analogues sont obtenus en opérant sur des œufs et des spermes traités auparavant et les autres par les agents physiques, chimiques ou mécaniques.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la prétendue existence d'une onde excitatrice qui se propagerait dans le myocarde.* Note de M. **J. Athanasiu**, présentée par M. Ch. Richet.

L'activité alternée des oreillettes et des ventricules nécessite l'existence d'un excitant qui agisse alternativement sur chacun de ces territoires, auriculaire et ventriculaire du cœur. Les opinions des physiologistes, en ce qui concerne la nature de cet excitant, sont partagées entre deux théories : la théorie *neurogéniste* qui attribue aux centres nerveux intrinsèques du cœur le réglage du rythme et de l'alternance des fonctions auriculaires et ventriculaires, et la théorie *myogéniste* qui attribue au tissu musculaire du cœur la propriété de se contracter rythmiquement sous l'influence d'une onde d'excitation unique, qui, partant du nodule sino-auriculaire, parcourrait les oreillettes et passerait dans les ventricules par le faisceau auriculo-ventriculaire. Des expériences en vue de mesurer la vitesse de propagation de cette onde ont été faites particulièrement par Lewis (¹). Cette vitesse serait, d'après cet auteur, de 2000^{mm} par seconde dans les oreillettes, de 400^{mm}-500^{mm} par seconde dans les ventricules et de 5000^{mm} par seconde dans le réseau de Purkinje (sous-endocardique).

Nos expériences sur l'électrocardiogramme direct nous ont conduit à

(¹) Th. Lewis, *The mecanisme and graphic Registration of the heart Beat.* London, 1 vol. de 452 p.; 1920.

rechercher si cette prétendue onde d'excitation existait réellement dans le myocarde. Dans ce but, nous avons inscrit simultanément, d'une part, les courants d'action de la base et de la pointe du ventricule gauche au moyen de deux galvanomètres à corde et, d'autre part, la contraction du myocarde tant à la base qu'à la pointe, au moyen de deux myographes spéciaux.

A. *Électrocardiogrammes simultanés directs de la base et de la pointe du ventricule gauche.* — Deux paires d'électrodes en fil d'or de $0^{mm},4$ de diamètre sont piquées dans la masse du myocarde, l'une à la base et l'autre à la pointe, sur un même méridien du ventricule gauche, chacune des électrodes étant éloignée de 1^{cm} environ de celle qui constitue l'autre pôle du même circuit. Elles sont toutes isolées à l'extérieur par des tubes en caoutchouc et fixées à la paroi thoracique. Des fils conducteurs de même longueur et résistance relient chaque paire à son galvanomètre spécial. Les cordes en verre argenté des deux galvanomètres ont, autant que possible, même tension et même résistance.

On voit (*fig.* 1) les électrocardiogrammes simultanés de la base (E.C.B.) et de la pointe (E. C. P.) obtenus de cette manière. Ils montrent d'une façon très nette que la base et la pointe du ventricule gauche entrent en activité au même instant (a et a'), mais que la pointe termine avant la base, si l'on juge d'après l'inflexion S' de sa courbe qui précède de un centième de seconde environ l'inflexion correspondante S de la courbe de la base. La conclusion qui se dégage de ces électrocardiogrammes est donc que la contraction du myocarde ventriculaire gauche débute simultanément dans toute la masse, ceci est un fait constant, et que la décontraction de la pointe précède celle de la base, ceci n'étant pas une règle absolue.

B. *Myocardiogrammes simultanés de la base et de la pointe du ventricule gauche.* — Notre myocardiographe, construit par M. Kelsen, se compose d'un tube métallique de $2^{mm},5$ de diamètre qui porte à l'une de ses extrémités une pointe articulée qui sert de trocart pour pénétrer dans la cavité ventriculaire, pointe que l'on fait basculer ensuite dans l'intérieur du ventricule, au moyen d'une mince tige que l'on pousse dans la lumière du tube. Ce trocart prend alors l'aspect d'un T dont la branche transversale vient en contact avec la paroi intérieure du ventricule; il ne peut donc plus sortir. Une rondelle métallique extérieure, que l'on peut serrer au moyen d'un écrou, maintient en contact avec la paroi du ventricule deux tubes en caoutchouc, fermés à un bout et réunis à l'autre par un tube métallique en Y. Ces caoutchoucs servent d'explorateurs et transmettent à un tambour de Marey, disposé pour l'inscription optique, les changements de pression qu'ils subissent par la contraction du myocarde. L'écrou permet de régler convenablement le serrage de l'explorateur élastique contre la paroi externe du ventricule.

On voit (*fig.* 2) deux myocardiogrammes simultanés de la base (M.C.B.) et de la pointe (M. C. P.) obtenus au moyen de deux myocardiographes séparés. Les indications fournies par ces tracés confirment celles des

électrocardiogrammes directs mentionnés plus haut, à savoir : que la base et la pointe entrent simultanément en activité (a et a'), mais que la durée de cette activité est plus longue pour la base que pour la pointe (b et b'). On ne peut douter que le ventricule droit et les oreillettes ne suivent la même règle.

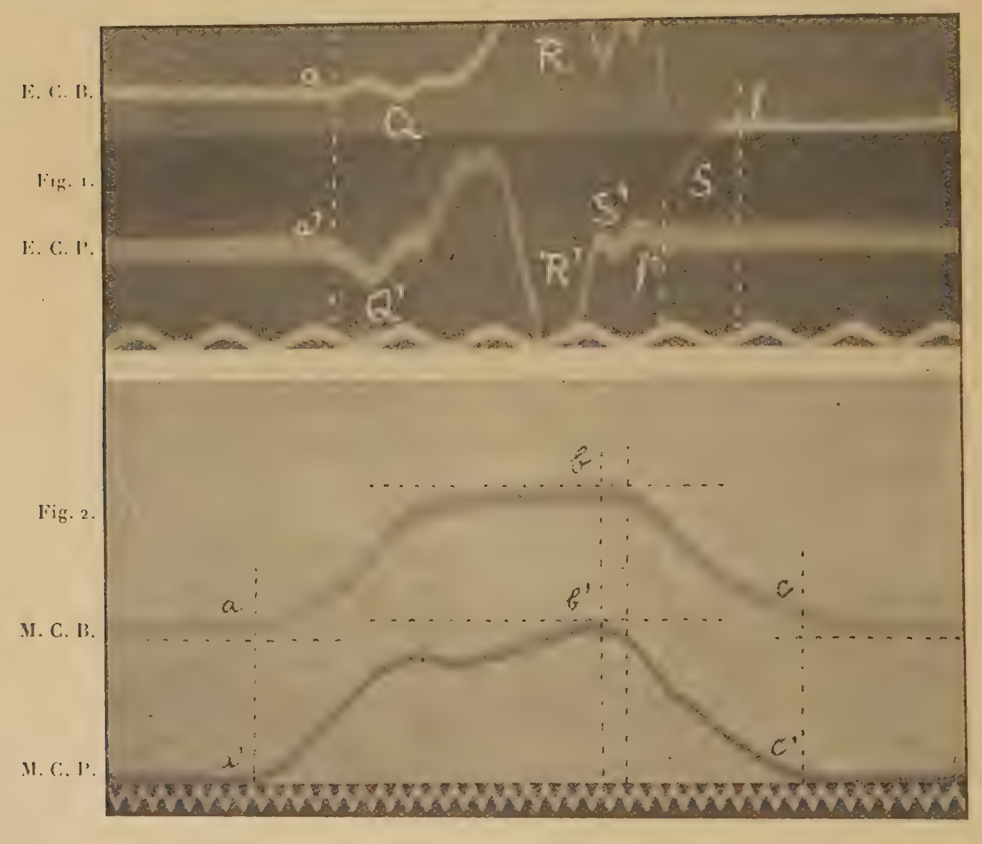


Fig. 1. — Électrocardiogrammes directs et simultanés de la base (E. C. B.) et de la pointe (E. C. P.) du ventricule gauche du chien. Les points a et a' indiquent le commencement du complexus Q. R. S. de l'électrocardiogramme et les points f et f' indiquent la fin.

Fig. 2. — Myocardiogrammes simultanés de la base (M. C. B.) et de la pointe (M. C. P.) du ventricule gauche du chien. Les points a et a' indiquent le commencement de la contraction du myocarde; b et b' indiquent la fin de cette contraction, et c et c' indiquent la fin de la phase de relâchement du myocarde. Temps en centièmes de seconde.

De ces faits, nous pouvons conclure que la contraction du myocarde dans chacun des deux segments du cœur auriculaire et ventriculaire commence au même instant dans toute la masse du segment considéré, les deux phénomènes se succédant dans l'ordre physiologique et que ce synchronisme fonctionnel ne peut être que le résultat de l'activité du système nerveux intrinsèque du cœur.

PHYSIOLOGIE. — *L'orientation et le sens visuel de la durée.* Note de M. NICATI, présentée par M. Charles Richet.

La faculté d'orientation reconnue aux Oiseaux planeurs et migrateurs, aux Pigeons éloignés du nid, comme aux Abeilles écartées de la ruche, expliquée tantôt par un sens propre et tantôt (comme a fait récemment Rochon-Duvigneau) par une organisation supérieure de l'appareil visuel, comporte une explication plus simple liée au vol de ces animaux.

L'acuité visuelle des insectes (est fonction du nombre restreint des différenciations rétiniennes correspondant à leurs facettes cornéennes) est obtuse au point que l'apiculteur avisé opère dans la ruche sans voile protecteur, s'il sait agir lentement; mais toute brusquerie de sa part met la ruche en émoi, indiquant une extrême sensibilité aux mouvements de la lumière. L'acuité visuelle humaine elle-même, très aiguisée au centre maculaire de la rétine, est obtuse dans tout le reste de son étendue, alors que les mouvements de la lumière l'impressionnent partout également. C'est donc, semble-t-il bien, que le déplacement relatif (parallactique) des images doit contribuer singulièrement à la vision. D'où les conclusions suivantes :

1° Le déplacement relatif des images rétiniennes, et non l'acuité visuelle proprement dite, guide l'insecte dans son vol. Il explique le voleter de la Mouche et les innombrables girations de la Libellule.

2° Les Oiseaux l'utilisent. Ainsi voit-on le Vautour planer circulairement jusqu'à ce qu'une subite chute vertigineuse le précipite du haut du ciel sur la petite Souris qui trottinait tout à l'heure dans la prairie. La Mouette se balance sous le vent, interrompue seulement pour piquer droit en se laissant tomber sur le ver à fleur de vague. L'habileté enfin du Pigeon-Messager à regagner son nid doit lui être attribuée : ses girations préliminaires, alors qu'il s'est élevé d'abord haut dans les airs, suffisent à l'instruire sur la configuration des terres, à lui donner mieux qu'une lunette d'approche les indices topographiques qui le ramènent au nid. Les Aviateurs, de même, s'orientent en tournoyant avant de prendre leur direction. Et telle paraît être, en somme, attribuable aux seules girations du vol, la cause qui en permet la spéciale orientation.

3° Enfin, si l'homme simplement à terre est habile à diriger ses pas dans la foule sans fixer du regard personnages et véhicules mouvants en sens divers, c'est au déplacement relatif des lumières, par conséquent à la même cause qui permet l'orientation par le vol qu'il le doit, c'est-à-dire à l'utili-

sation d'un sens visuel de la durée (étant communément entendu qu'on appelle de ce nom les relativités de temps qui caractérisent les variétés du mouvement).

BIOLOGIE. — *Transformation expérimentale du sexe par ovariotomie précoce chez la Poule domestique.* Note (¹) de M. **Jacques Benoit**, présentée par M. Widal.

Quelques auteurs (Pezard, Goodale, Zawadowsky) ont observé, chez les Poules ovariotomisées, un développement plus ou moins considérable de la crête et parfois l'apparition de l'instinct sexuel et du chant du Coq. Goodale (²) pense que ces caractères mâles « dépendants » sont conditionnés par deux organes pairs qui se développeraient aux dépens des corps de Wolff. Zawadowsky (³) a observé du côté droit l'apparition d'un organe qui résulterait du développement de l'ovaire droit et sécréterait une hormone mâle. Mais il n'a pas étudié cet organe au point de vue histologique. Il dit qu'extérieurement il ressemble plutôt à un testicule, mais que « par sa nature il se rapproche de la glande gauche, c'est-à-dire de l'ovaire ».

J'ai moi-même pratiqué l'ovariotomie chez la Poule en m'efforçant d'opérer très précocement.

Une poulette Leghorn blanc fut castrée à l'âge de 26 jours. Elle présenta à partir du quatrième mois un développement inaccoutumé de la crête et des barbillons : ces organes devinrent rouges et la crête se dressa bientôt, turgescente, comme chez le mâle normal. A 6 mois, cette crête était longue de 77^{mm}. Celle d'une Poule sœur du même âge mesurait seulement $29^{mm},5$. La Poule ovariotomisée ressemblait déjà par son maintien à un Coq, mais aucun instinct sexuel ne s'était encore manifesté.

Je pratiquai une laparotomie exploratrice. Le côté gauche ne présentait plus trace d'ovaire. Mais je découvris au niveau du « rudiment de l'ovaire droit » un organe anormal que j'enlevai. Son ablation détermina une régression rapide des organes érectiles : au bout de quelques jours, ils étaient déjà très pâles; deux semaines après l'opération, la crête avait diminué de 21^{mm}.

(¹) Séance du 5 novembre 1923.

(²) Goodale, *Further developments in ovariotomized fowls* (*Biol. Bull.*, 1916, p. 286).

(³) Zawadowsky, *Das Geschlecht un die Entwickelung der Geschlechtsmerkmal* (Moscou, 1922).

L'organe enlevé mesure 21^{mm} et pèse $0^{kg},455$. Il possède une structure testiculaire très nette et contient des canaux séminifères, volumineux pour la plupart, *qui présentent tous les types cellulaires du testicule adulte, parfois même des spermatozoïdes.*

Une autre poulette Leghorn doré, castrée à gauche à l'âge de 4 jours, présenta à partir de 3 mois un développement de la crête analogue à celui du premier animal. A 5 mois cette crête mesurait 24×44^{mm}, et les barbillons 18^{mm}. Une Poule de la même couvée, bien que plus développée, avait alors une crête de 17×29^{mm} seulement et des barbillons de 8^{mm}. J'ouvris du côté droit la Poule ovariotomisée et constatai la présence d'un organe blanc nacré, semblable à un testicule, mais plus allongé; il mesurait 4×20^{mm} environ. Je prélevai un fragment de cet organe. L'examen histologique révéla également une structure testiculaire, mais les cordons sexuels étaient moins développés que dans le cas précédent.

Donc, dans ces 2 cas, l'ovariotomie a déterminé le développement d'une glande génitale à structure mâle, au niveau du « rudiment de l'ovaire droit » et, corrélativement, les premiers caractères sexuels qui sont l'attribut du sexe mâle (organes érectiles) se sont développés.

Une étude approfondie des Oiseaux hermaphrodites connus dans la littérature nous aidera à interpréter ces résultats : Sur 21 cas bien étudiés d'Oiseaux hermaphrodites [1], 11 sujets possédaient un ovotestis à gauche et rien à droite, et 10 un ovaire ou un ovotestis à gauche et un testicule à droite.

Dans 19 cas sur 21 l'ovaire était fortement dégénéré ou arrêté dans son développement.

Dans 6 cas sur 21, le ou les testicules contenaient des spermies. Dans tous les autres cas on note ou bien un testicule peu développé, mais bien caractérisé, ou bien une tumeur intra- ou extra-ovarienne, comportant des cordons ou des tubes cellulaires auxquels les auteurs ont le plus souvent reconnu un caractère mâle. On constate, en outre :

1° Que ces hermaphrodites sont tous des femelles dont l'ovaire ou bien s'est arrêté dans son développement, ou bien a régressé à partir d'un certain moment, et jamais des mâles ayant développé des cellules sexuelles femelles.

2° Que ces femelles ont présenté le plus souvent une régression du

---

[1] Ces 21 cas ont été publiés par les auteurs suivants : Bond, Brandt, Hartmann, et Hamilton, Pearl et Boring, Pearl et Curtiss, Poll, Schattock et Seligmann, Tichomiroff, Weber.

parenchyme ovarien et un développement du parenchyme testiculaire. *Ces hermaphrodites sont donc des femelles ayant évolué dans le sens mâle.*

3° *Qu'il n'existe dans aucun des cas étudiés de tissu ovarien à droite.*

L'étude histogénétique des glandes génitales chez les Oiseaux nous permet de comprendre le développement d'une glande testiculaire chez les Poules ovariotomisées et chez les hermaphrodites. L'épithélium germinatif de la gonade embryonnaire donne chez le mâle une seule poussée, celle des cordons sexuels. Chez la femelle une première poussée homologue des cordons sexuels mâles se produit aussi, mais elle s'arrête dans son développement. Il se forme ensuite une deuxième poussée qui donnera les ovocytes. Or chez la Poule la gonade droite ne fournit que la première poussée qui, de même que celle du côté gauche, régresse peu à peu (Firket) (¹). L'épithélium germinatif n'esquisse même pas une deuxième prolifération, il s'aplatit et prend l'aspect indifférent de l'épithélium péritonéal.

Ces faits nous montrent que l'ébauche génitale droite de la Poule peut être considérée comme une ébauche sexuelle de signification mâle, puisque la deuxième poussée de signification femelle ne s'est pas produite. On comprend dès lors que cette ébauche potentiellement mâle puisse donner naissance à un testicule, plus ou moins évolué, lorsqu'elle viendra à se développer. Dans mes expériences, une glande testiculaire s'est formée à droite, sans doute parce que la castration précoce a suspendu l'action inhibitrice que l'ovaire exerce vraisemblablement sur les rudiments de signification mâle. Il semble que l'on puisse expliquer les cas d'hermaphrodisme de la même manière : l'annihilation ou l'insuffisance fonctionnelle de l'ovaire, survenant très tôt dans le développement, permettrait aux cordons sexuels de première prolifération de manifester leurs potentialités aussi bien du côté gauche que du côté droit, avant que leur régression soit trop avancée.

Des potentialités mâles, contenues dans les cordons sexuels de la première poussée, existeraient donc normalement chez la femelle, qui serait par conséquent un hermaphrodite « potentiel ». Mais elles seraient inhibées par le facteur sexuel femelle, qui se comporterait comme « dominant » vis-à-vis du facteur mâle. Les faits de génétique et d'hybridologie plaident en faveur de cette conception. On admet en effet que le Coq est homozygote (monosexuel) et la Poule hétérozygote (bisexuelle).

L'avenir nous apprendra si les expérimentations faites dans les condi-

(¹) FIRKET, *Recherches sur l'organogenèse des glandes génitales chez les Oiseaux* (*Archives de Biologie*, 1919-1920).

tions ci-dessus mentionnées donnent un résultat constant et si elles représentent un moyen de conférer à volonté aux Poules tous les attributs du sexe mâle.

TOXICOLOGIE. — *Action toxique du principe insecticide des fleurs de pyrèthre.* Note [1] de MM. **J. Chevalier** et **E. Dantony**, présentée par M. J. Breton.

Les résultats pratiques obtenus pendant cette campagne avec les préparations de pyrèthre utilisées comme insecticide, soit en viticulture, soit en arboriculture, soit dans les cultures maraîchères et florales, ont pleinement confirmé les observations antérieures et l'extension de leur emploi n'est limité que par leur prix de revient actuellement trop élevé.

L'extension progressive de la culture du pyrèthre en France, sous l'impulsion donnée par le professeur Perrot, qui a fait reprendre par le Comité des plantes médicinales les essais de culture que nous avions entrepris en 1913 avec le professeur Heckel, amèneront la baisse du prix actuel de la fleur de pyrèthre; mais, dès à présent, l'utilisation rationnelle de la plante entière pour la fabrication de produits insecticides doit être envisagée et nous avons constaté (premiers essais en 1914) que les préparations de plante entière, coupées à la floraison, après récolte de la majorité des fleurs, étaient aussi actives que celles de fleurs, en employant pour leur préparation une dose 6 à 7 fois plus considérable de matière.

D'autre part, les rejets, après cette première coupe, qui sont récoltés au début d'octobre, peuvent fournir également des préparations encore plus riches en principes actifs et il suffit pour obtenir des préparations aussi actives que celles de fleurs d'employer 3 ou 4 fois plus de plante.

L'extraction des principes actifs des tiges et feuilles s'effectue avec les mêmes dissolvants et plus facilement qu'avec les fleurs qui renferment une plus grande proportion de cires, de résines, de matières colorantes et sucrées, qui gênent et prolongent l'extraction.

Contrairement à M. Juillet, nous estimons que le principal principe actif du pyrèthre est l'éther oléo-résineux, qui plus ou moins purifié a été dénommé *pyrétol* ou *pyréthrone* suivant les auteurs. L'*acide pyréthrotoxique* de Schlagdenhaufen et Reeb, libre naturellement ou mis en liberté, étant bien moins actif et toxique. Du reste, la fonction éther au point de vue physiologique

(1) Séance du 12 novembre 1923.

comme au point de vue chimique est une fonction dérivée et, comme l'a montré Brissemoret, elle agit sur l'intensité de l'action pharmacodynamique d'un composé organique en exagérant l'action élémentaire d'un de ses générateurs. Dans le cas présent, c'est l'action de l'acide qui est exaltée, non celle de l'alcool.

Reeb indique, dans son dernier travail, qu'une dose d'acide pyréthrotoxique correspondant à 2g,50 de fleurs, soit environ 0g,11, détermine chez la grenouille de la paralysie totale en 30 minutes et l'arrêt du cœur en diastole en 3 heures.

Ces mêmes phénomènes toxiques peuvent être obtenus avec l'éther oléo-résineux contenu dans 0g,10 de poudre de fleurs, soit environ 0g,0044, pour une grenouille de 40 à 50g, soit une toxicité 25 fois plus considérable.

Une solution de cet éther dans la soude à 0,025 pour 100 suffit pour déterminer la saponification de ce corps, qui peut être constatée physiologiquement; une telle solution provoquant au moment de sa préparation, en injection intra-veineuse, chez le chien, des phénomènes cardio-vasculaires et des convulsions, conservée à l'abri de l'air et dans l'obscurité pendant un mois, ne détermine plus de convulsions, mais seulement des modifications circulatoires atténuées et sa toxicité chez les animaux à sang froid a également diminué dans des proportions analogues. Reeb obtient la saponification rapide avec une solution de potasse à 3 pour 100 à froid, et isole ainsi son acide.

Des essais corrélatifs de toxicité sur la cochylis ont été faits en même temps et sur les mêmes produits par E. Dantony, inspecteur adjoint du Service de Phytopathologie de la Station de Villefranche-sur-Saône, et nous avons pu constater que les cochylis étaient tuées en quelques minutes après pulvérisation d'une émulsion renfermant les principes actifs de 1g,25 de fleurs par litre, soit environ 0g,05 d'éther oléo-résineux.

Une préparation commerciale d'émulsion savonneuse, alcaline, datant de 1 an, faite avec les fleurs du même lot, ne tuait plus les cochylis à la concentration de 15g de fleurs par litre.

Si les préparations commerciales actuelles de savon-pyrèthre sont encore actives et toxiques pour les cochylis et les autres insectes au bout de plusieurs mois, c'est qu'au moment de leur fabrication elles sont toujours hypertoxiques.

Il est donc nécessaire d'obtenir la stabilisation de l'activité des préparations de pyrèthre pour pouvoir diminuer leur teneur en fleurs et par suite leur prix de revient et permettre ainsi l'extension de leur emploi.

A 13^{h}50^m, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *J. Violle* :

En première ligne . . . . M. **Charles Fabry**

En seconde ligne . . . . M. **Aimé Cotton**

En troisième ligne, ex æquo, par ordre alphabétique . . . . MM. **Henri Abraham**, **Paul Langevin**, **Anatole Leduc**, **Georges Sagnac**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée 17 heures et demie.

ERRATA.

(Séance du 13 août 1923.)

Note de M. *A. Lacroix*, La signification des granites alcalins très riches en soude :

Page 421, ligne 24, *au lieu de* P^2O^5, *lire* B^2O^3.

(Séance du 15 octobre 1923.)

Note de M. *Fernand Wyss*, Variation dans la morphologie et l'acido-résistance du bacille tuberculeux humain sous l'influence d'une saponine :

Page 720, ligne 12, *au lieu de* saponite, *lire* saponine; ligne 24, *au lieu de* colorés, *lire* décolorés.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances d'octobre 1923 (*suite et fin.*)

Comptes rendus de la première Assemblée générale de la Section de géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale, par Georges Perrier. Toulouse, Edouard Privat, 1923; 1 vol. 24^{cm},5. (Présenté par M. Lallemand.)

Le gisement cuisien de Gan (Basses-Pyrénées), par G. O'Gorman. *Description des Mollusques*, par M. Cossmann. Pau, 1923; 1 vol. 28^{cm}. (Présenté par M. H. Douvillé.)

Bulletin de la Société scientifique de l'Isère. *Répertoire de la Bibliographie géologique du sud-est de la France* (*Alpes françaises et Provence*), par W. Kilian et O. Nicaud. Grenoble, Allier père et fils, 1923; 1 vol. 25^{cm}.

On the Life Atom Key to Nature, par Calvin Samuel Page. Chicago, Science publishing Company, s. d.; 1 vol. 21^{cm}.

Traité théorique et pratique des moteurs à gaz, à essence et à pétrole, par Aimé Witz. Paris, Albin Michel, 1923; 1 vol. 27^{cm}.

Recherches des causes de la tuberculose chez les cheminots dans la Section de Poprad; étude de médecine sociale, par Charles Amesling et Adalbert Mikenda. Praze, Nakladem Vlastnim, 1923; 1 fasc. 26^{cm}.

Compte rendu de la cérémonie d'inauguration à l'École nationale vétérinaire de Lyon du monument à S. Arloing et des bustes de L. Bredin, Ch.-J. Bredin, P. Lecoq, Ch. Cornevin, par F.-X. Lesbre. Toulouse, Vve Bonnet, 1923; 1 fasc. 22^{cm}.

Notions sommaires de géométrie projective à l'usage des candidats à l'École polytechnique, par Maurice d'Ocagne. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 1924; 1 fasc. 25^{cm}.

Cours complet de mathématiques spéciales, par J. Haag :

I. *Algèbre et Analyse*, cours et exercices, 1914; II. *Géométrie*, cours et exercices, 1921; III. *Mécanique*, cours et exercices, 1922; IV. *Géométrie descriptive et trigonométrie*, cours, 1923; exercices, 1924. Paris, Gauthier-Villars et Cie, 8 vol. 25^{cm}.

Travaux et publications de l'Institut prophylactique, par Arthur Vernes :

I. *Les étapes de la syphilimétrie de* 1909 *à* 1922. Paris, Boll, 1922; II. *L'organisation de la syphilimétrie*. Paris, Maloine, 1923; 2 fasc. 26^{cm}.